

Внедрение передовых методов и оптимизация технологий с целью улучшения производительности скважин

А.Р. Деряев ✉

Научно-исследовательский институт природного газа ГК «Туркменгаз», г. Ашгабат, Туркменистан

✉ annagulyderyayew@gmail.com

Резюме: В настоящее время нефтяная промышленность стремительно развивается, и это требует постоянного улучшения методов и оборудования для повышения эффективности добычи и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Цель исследования заключается в улучшении существующих инженерных аспектов процесса бурения на месторождении Алтыгуй (Туркменистан) с учетом повышения эффективности и сокращения негативного влияния на окружающую среду. В исследовании использовались различные методы, такие как синтез, абстрагирование, обобщение, индукция, дедукция и классификация. В работе рассматриваются технологические аспекты эксплуатации скважин на газоконденсатном месторождении. Особое внимание уделяется технологии двойного заканчивания, которая позволяет добывать газ из одного пласта и нефть из другого в одной скважине. Для успешной реализации этой технологии были проведены обширные лабораторные и промысловые исследования свойств и состава нефти, газа и конденсата. Применение передовых технологий бурения, включая горизонтальное и многоствольное бурение, а также использование современных буровых растворов позволило существенно увеличить производительность скважин и сократить время бурения. Эти улучшения не только повысили безопасность и эффективность бурения, но и снизили негативное воздействие на окружающую среду. Это подчеркивает необходимость интеграции современных технологий с учётом экологических аспектов в процесс добычи нефти. Исследование вносит значительный вклад в разработку более эффективных и экологически устойчивых методов бурения на нефтяных месторождениях, способствуя увеличению производительности добычи нефти и минимизации негативного влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: нефтяная промышленность, экология, метод синтеза, природная среда, добыча ресурсов, буровая установка

Для цитирования: Деряев А.Р. Внедрение передовых методов и оптимизация технологий с целью улучшения производительности скважин. *Горная промышленность*. 2026;(1):170–176. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-1-170-176>

Implementation of advanced methods and optimization of technologies to improve well productivity

A.R. Deryaev ✉

State Concern "Turkmengaz", Ashgabat, Turkmenistan

✉ annagulyderyayew@gmail.com

Abstract: The oil industry is currently undergoing rapid development, which requires constant improvement of methods and equipment to increase productivity and reduce negative impact on the environment. The objective of the study is to improve the existing engineering aspects of the drilling process at the Altygui field (Turkmenistan) with due account for increasing the efficiency and reducing the adverse environmental effects. The study employed various methods, such as synthesis, abstraction, generalization, induction, deduction, and classification. The paper discusses technological aspects of well operation at a gas condensate field. Particular attention is paid to the dual completion technology, which allows gas to be extracted from one formation and oil from another in the same well. Extensive laboratory studies and field tests of the oil, gas, and condensate properties and composition were conducted to ensure the successful implementation of this technology. Application of advanced drilling technologies, including horizontal and multihole drilling, as well as the use of modern drilling fluids, has made it possible to significantly increase well productivity and reduce the drilling time. These improvements have not only enhanced the safety and efficiency of drilling, but also reduced the negative impact on the environment. This highlights the need to integrate modern technologies with due consideration for environmental aspects in the oil production process. The study makes a significant contribution to the development of more efficient and environmentally sustainable drilling methods in oil fields, helping to increase oil production capacity and minimize adverse environmental impacts.

Keywords: oil industry, ecology, synthesis method, natural environment, resource extraction, drilling rig

For citation: Deryaev A.R. Implementation of advanced methods and optimization of technologies to improve well productivity. *Russian Mining Industry*. 2026;(1):170–176. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-1-170-176>

Введение

Изучение инженерных аспектов и усовершенствование технологий бурения скважин на Алтыгуйском месторождении имеют стратегическое значение в контексте обеспечения эффективной и устойчивой добычи энергоносителей. Это месторождение представляет собой значительный ресурс нефти и газа, и оптимизация процессов бурения имеет прямое влияние на его экономическую ценность и долгосрочную устойчивость. Развитие передовых технологий и методов бурения позволит повысить производительность, снизить операционные затраты, минимизировать экологические риски и максимизировать выход продукции, что, в свою очередь, способствует обеспечению энергетической безопасности региона и страны в целом.

Проблематика исследования включает в себя комплекс вызовов, таких как сложная геологическая структура пласта, необходимость повышения эффективности добычи при соблюдении строгих стандартов безопасности и с учетом ограниченных ресурсов и затрат. Месторождение характеризуется сложной геологической структурой пласта, что создает вызовы в точном определении его параметров и свойств. Это требует разработки методов и технологий, способных адаптироваться к переменным условиям геологического образования и обеспечивать точность при бурении скважин. Необходимо повышение эффективности добычи углеводородов на месторождении. Это включает в себя разработку инновационных методов бурения, оптимизацию процессов подъема и обработки нефти и газа, а также улучшение систем контроля и управления производственными процессами. Природоохранные и безопасные стандарты предъявляют высокие требования к деятельности на месторождении, что требует разработки и внедрения технологий, направленных на снижение экологического воздействия и рисков производственных процессов. Все эти аспекты требуют постоянного инновационного подхода к разработке и внедрению технологий бурения, способных обеспечить устойчивую и безопасную эксплуатацию месторождения [1].

Цель исследования заключается в улучшении существующих инженерных аспектов процесса бурения на месторождении Алтыгуй с учетом повышения эффективности и сокращения негативного влияния на окружающую среду.

Материалы и методы

Регионом исследования являлось Алтыгуйское местонахождение.

В ходе исследования рассматривались буровые установки модели «Буровая установка-5000» (БУ-5000). Эти установки были представлены двумя вариантами: дизельным Уралмаш-ЗД (заводской дизель), производитель – Уралмашзавод (Уралмаш, Россия), и дизель-электрическим ZJ 70 DS (Zoomlion Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd. (Zoomlion), Китай).

Аналитический метод, примененный в рамках исследования, позволил провести всестороннее изучение различных аспектов процесса бурения на месторождении Алтыгуй. Путем сбора данных о технических характеристиках скважин, условиях добычи, использовании оборудования и других были выявлены основные факторы, влияющие на производительность и эффективность бурения. Кроме того, изучение экологических параметров и оценка воздействия добычи на окружающую среду позволили определить наиболее критические аспекты и разработать предложения по снижению негативного экологического воздействия [2].

С помощью метода синтеза были выработаны комплексные стратегии и рекомендации по улучшению процесса бурения на месторождении Алтыгуй. Интеграция данных исследования с инженерными знаниями и опытом позволила разработать новые подходы к оптимизации параметров бурения, выбору оборудования и методов контроля производственных процессов. Кроме того, метод синтеза позволил эффективно интегрировать экологические аспекты в стратегии развития месторождения, предлагая инновационные технологии и методы для минимизации отрицательного воздействия на природную среду [3].

Метод обобщения помог выделить ключевые тенденции и общие закономерности на основе разнообразных данных и результатов исследования. Изучение полученной информации дало возможность выделить основные тренды и факторы, определяющие эффективность и устойчивость процесса бурения на месторождении Алтыгуй. Этот метод позволил сформировать целостное представление о состоянии и перспективах развития добычи углеводородов, а также выявить ключевые направления для дальнейших исследований и разработок.

Методом индукции были выявлены общие закономерности и тенденции на основе конкретных наблюдений и данных, полученных в процессе исследования месторождения Алтыгуй. Этот метод позволил выделить основные причинно-следственные связи между различными параметрами и факторами, влияющими на эффективность процесса бурения. Исследование разнообразных данных о технических характеристиках скважин, условиях добычи и экологическом воздействии, дало возможность выделить общие закономерности, которые стали основой для формулирования рекомендаций по оптимизации процесса бурения и улучшению его эффективности [4].

Метод дедукции позволил сформировать логически обоснованные выводы на основе общепринятых принципов и теорий, применяемых к специфике исследуемого объекта – процессу бурения на месторождении Алтыгуй. Исследование общепринятых инженерных и экологических принципов, а также уже имеющихся данных о бурении на подобных месторождениях позволило применить этот метод для формулирования гипотез и предположений относительно оптимальных стратегий бурения, способов сокращения экологического воздействия и улучшения общей эффективности процесса добычи на месторождении Алтыгуй [5; 6].

Метод классификации позволил структурировать различные аспекты и параметры, характеризующие процесс бурения на месторождении Алтыгуй, и выделить основные категории и группы факторов, влияющих на эффективность и экологическую устойчивость добычи. Исследование данных и результатов дало возможность идентифицировать ключевые тенденции и проблемные области, требующие дальнейшего изучения и улучшения. Также метод классификации способствовал разработке более точных и целенаправленных стратегий оптимизации процесса бурения и сокращения его негативного воздействия на окружающую среду.

Применение метода абстрагирования позволило выделить основные общие принципы и закономерности, лежащие в основе эффективных стратегий бурения на месторождении Алтыгуй, и отделить ключевые факторы успеха от общего описания технологических решений. Результаты этого метода позволили создать обобщенную модель, которая может быть адаптирована к различным условиям и спецификам месторождения.

Результаты

На месторождении газа и конденсата в Алтыгуйском регионе ключевым вопросом становится внедрение технологии компрессорной газлифтной системы замкнутого цикла. Эта инновационная система играет важную роль в обеспечении высококачественной подготовки газа для газлифтных операций и непрерывной подачи газа в экспортный газопровод. Стратегическое внедрение этой системы способствует повышению операционной эффективности и соответствует экологическим и качественным стандартам, что делает ее неотъемлемым компонентом будущих планов развития месторождения. Глубины бурения добывающих скважин на месторождении Алтыгуй варьируются в зависимости от структурного положения. Обычно в консолидированных районах глубина бурения составляет в среднем около 3750 м, а в крилевых частях достигает 4000 м. Важно отметить, что все проектные скважины выполнены в вертикальном направлении [7].

Конструкция скважин внимательно подбирается и обосновывается с учетом совместности их секций в текущих горно-геологических условиях процесса бурения.

Для обеспечения безопасного и эффективного бурения скважин на глубине 3750 м внутри продуктивного горизонта НК-9 (НК – строительная конструкция для бурения скважин), особенно в устойчивых горно-геологических условиях, применяются следующие строительные конструкции: направляющий участок состоит из труб диаметром 720 мм и длиной 10 м, целью которого является предотвращение эрозии устья скважины и обеспечение надежной привязки к системе циркуляции бурового раствора; секция длиной 30 м и диаметром 530 мм используется для поддержки противовыбросового оборудования и обеспечения стабильности во время бурения под кондуктором; кондукторная секция, состоящая из труб диаметром 426 мм и длиной 400 м, предназначена для преодоления нестабильных песчано-глинистых четвертичных отложений и обеспечения безопасного управления скважиной; первая секция промежуточной колонны с диаметром 324 мм и длиной 1600 м используется для снижения риска гидроразрыва пласта путем повышения плотности бурового раствора; вторая техническая колонна, имеющая длину 3460 м и диаметр 324 мм, предназначена для контроля работы противовыбросового оборудования и перекрытия пластов с высокими давлениями; наконец, эксплуатационная колонна состоит из труб диаметром 140 мм и простирается на глубину 3750 м, где осуществляется добыча ресурсов с продуктивного горизонта.

Цементирование скважины производится на всем ее протяжении до устья [8]. Для решения геологических задач в крилевой части продуктивного горизонта НК-9 строятся добывающие скважины глубиной 4000 м с использованием следующей конструкции: трубы диаметром 720 мм, опущенные на 10 м, предотвращают эрозию устья и обеспечивают подключение к системе циркуляции бурового раствора для его эффективного перемещения, сохраняя целостность устья. Трубы диаметром 530 мм на глубине 30 м защищают устье от эрозии и перекрывают участки с повышенным газонасыщением на небольших глубинах из-за рыхлых песчано-глинистых отложений. Проводящие трубы диаметром 426 мм простираются на 600 м, пересекая границы давления воды и изолируя скважину от гидравлических соединений с поверхностными водами, что предотвращает загазованность и обеспечивает контроль в процессе бурения. Первая промежуточная колонна с трубами

диаметром 324 мм достигает высоты 2000 м, защищая от обвалов и поглощения бурового раствора четвертичными отложениями. Трубы диаметром 245 мм во второй промежуточной колонне простираются на 3750 м, обеспечивая управление скважинами и установку оборудования на газоконденсатных горизонтах НК-7 и НК-8. Эксплуатационная колонна с трубами диаметром 140 мм простирается до 4000 м, создавая условия для испытания продуктивных пластов и проведения ремонтных работ с учетом данных газодинамических исследований.

При разработке детального проекта конструкции скважин на крилевом участке месторождения Алтыгуй учитываются уникальные геологические и эксплуатационные условия с целью обеспечения безопасного и эффективного бурения, а также успешной добычи ресурсов.

Строительство скважин предполагает несколько этапов, каждый из которых требует определенных материалов и методов [9], в частности, применения цемента для формирования защитного барьера вдоль всех колонн, простирающихся до устья скважины. Этот шаг является ключевым для обеспечения структурной прочности и надежности скважины.

Процесс бурения строго планируется, а выбор бурового раствора зависит от конкретной колонны, над которой ведется работа. В качестве проводника предпочтительно использовать нефтеэмульсионный гуматно-лигносульфонатный раствор. Для промежуточной и эксплуатационной колонн применяется буровой раствор на основе полимеров, известный как АЛКАР-3.

Необходимо отметить, что при бурении добывающих скважин процесс отбора керна не проводится регулярно. Вместо этого выбираются выборочные образцы керна для более детального анализа их фильтрационных характеристик. Этот подход используется для разработки эффективных стратегий открытия водоносных горизонтов без риска загрязнения или повреждения.

План построения скважины представляет собой тщательно разработанную стратегию, которая включает в себя осмотнительный выбор буровых растворов и оборудования, обеспечивающих непрерывный и эффективный процесс [10]. Для достижения оптимальной работы ствола скважины используются глинистые растворы на водной основе, обогащенные баритом для увеличения плотности и обработанные химическими добавками на основе хромлигносульфоната для обеспечения высоких характеристик. Чтобы дополнительно улучшить свойства жидкости, применяется ингибирование цемента, обеспечивающее стабильность и надежность скважины на протяжении всего процесса ее строительства. Такой комплексный подход подчеркивает важность стратегического планирования и интеграции передовых технологий для успешной реализации проектов по строительству скважин.

Для осуществления данного плана требуются буровые установки из серии БУ-5000. Эти аппараты доступны в двух вариантах: дизельный Уралмаш-ЗД и дизель-электрический ZJ 70 DS. Они специально разработаны с учетом специфических требований к процессу бурения, особенно в условиях сложной пустынной местности.

Производительность и надежность буровой установки Уралмаш-ЗД являются еще одними из ее важных преимуществ¹. Благодаря своей конструкции и техническим характеристикам установка способна обеспечивать высо-

¹ Крупногабаритные стационарные буровые установки ЗД, ЗД-76 и ЗД-86. Режим доступа: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/stacionarnye/3d-3d-76-i-3d-86.html> (дата обращения: 02.10.2025).

кую скорость бурения и минимальное количество простоев, что повышает эффективность проектов и сокращает временные и финансовые затраты. Не последнюю роль играет и специальная адаптация буровой установки Уралмаш-ЗД для работы в условиях, где доступ к электросети ограничен².

Буровая установка ZJ 70 DS в дизель-электрическом варианте представляет собой инновационное оборудование, обеспечивающее оптимальные решения для разнообразных проектов бурения в условиях различной сложности. Ее главное отличие заключается в оборудовании дизель-электрической системой, что дает установке значительные преимущества в эффективности и экономичности энергопотребления. За счет этого типа системы установка обеспечивает стабильную и надежную работу при минимальном расходе топлива, что является важным фактором для снижения эксплуатационных расходов и воздействия на окружающую среду [11]. Таким образом, буровая установка ZJ 70 DS в дизель-электрическом варианте является передовым оборудованием, сочетающим высокую эффективность, мобильность и экономичность энергопотребления, что делает ее незаменимым инструментом в современной нефтяной промышленности.

Для обеспечения бесперебойного процесса бурения в суровых условиях пустыни требуется дополнительное оборудование, такое как системы противовибросов и специализированные устройства для приготовления, очистки и хранения утяжеленных буровых растворов. Эти дополнения имеют критическое значение³.

При проведении бурения необходимо строго соблюдать установленную лабораторией технологии бурения «Небитгазылмытаслама» (Туркменистан) схему низа бурильных колонн. Эти рекомендованные схемы разработаны для предотвращения искривления ствола скважины. Их использование позволяет избежать дополнительного проектирования скважины и бурения перед установкой обсадных колонн, что способствует ускорению всей операции бурения. Метод обеспечивает надежное сохранение скважины на заданном пути, что повышает эффективность процесса и минимизирует возможные проблемы при бурении.

Для обеспечения эффективного процесса бурения рекомендуется применять высокопроизводительные трехшарошечные долота из серии С-ТСГВУ.

Долото С-ТСГВУ (стальное долото с твердосплавным наконечником, графитовым покрытием и вытянутой формой, используемое для универсальных работ), производимое «Институтом сверхтвердых материалов им. В.М. Бакуля» (Украина), представляет собой еще один вариант трехшарошечного долота. Оно предназначено для бурения в твердых и прочных породах, таких как граниты, габбро и базальты, и оснащено армированными синтетическими алмазами шарошки, обеспечивающими максимальную стойкость к износу и способность бурения в экстремальных геологических условиях, а также высокую механическую скорость.

Для достижения точности и эффективности бурения необходимо строго контролировать эксплуатационные параметры в соответствии с техническим проектом или геолого-техническим заданием.

По мере продвижения буровых работ активизируется детально разработанный план проведения комплексных гео-

физических исследований скважин, включающий разнообразные инструменты и методы. Каждый из них выполняет свою уникальную функцию для повышения нашего понимания подземных условий. В пакет входят стандартный каротаж, кавернометрия, профилирование, боковой каротаж, гамма-каротаж, нейтронный каротаж, акустический каротаж, термометрия и инклинометрия, представляющие собой лишь несколько методов каротажа. Все указанные операции проводятся с высокой точностью, подробно, в масштабе 1:500 для каждой скважины.

Для достижения высочайшей технологической эффективности тщательно настраиваются фильтрационные и реологические характеристики бурового раствора [12]. Этот важный этап гарантирует, что состав бурового раствора будет оптимизирован под конкретные требования операции. Применяемая процедура обработки бурового раствора перед проникновением в продуктивный геологический пласт направлена на снижение добычи воды и придание фильтрату свойство, предотвращающих загрязнение окружающих пластов. Такой подход не только способствует успешному завершению процесса бурения скважины, но и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, обеспечивая сохранение подземных резервуаров.

Для полного охвата изменений запасов нефти и газа в пластах и максимизации их добычи требуется выполнение ряда сложных исследований, которые включают в себя гидрогазодинамические анализы, промыслово-геофизические оценки и лабораторные исследования. Основная цель исследований состоит в глубоком изучении природы различий в нефтегазоносности пласта, а также в обеспечении оптимального и комплексного извлечения запасов при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Всестороннее понимание динамики резервуара позволяет принимать обоснованные стратегические решения по добыче ресурсов и управлению резервуарами.

Эффективное управление нефтяными и газовыми месторождениями, а также контроль состояния и работоспособности скважин и оборудования требуют использования комплекса методов исследования и мониторинга. Этот набор методов должен включать оценку различных параметров текущих добывающих скважин, таких как пластовое, забойное и устьевое давление. Помимо этого, рекомендуется проводить обширные исследования действующих добывающих скважин не реже одного раза в два года. Исследования восстановления давления также полезны и должны проводиться для всех новых и отремонтированных скважин, также плановые испытания на восстановление давления следует проводить не реже одного раза в два года для действующих скважин [13].

Глубокий анализ геологических и эксплуатационных данных выявил недостатки в гидродинамических характеристиках нескольких скважин, активно используемых в производстве. Эти недостатки касаются их взаимодействия с продуктивными пластами. Для оптимизации производительности этих скважин необходимо точно определить места завершения и перфорации, особенно в областях с высоким содержанием газа, что особенно важно для проектов добычи газового конденсата в регионе.

Для увеличения эффективности скважин с низкой производительностью рекомендуется применять два ключевых метода [14]. Первый включает обработку призабойной зоны пласта глинистой кислотой с целью растворения глинистых частиц и других препятствий, мешающих потоку углеводородов. Это может способствовать улучше-

² Всегда в почете буровик. Режим доступа: <https://nadezhda.kz/2015/04/society/всегда-в-почете-буровик/> (дата обращения: 02.10.2025).

³ S-TSGVU bit. Available at: <https://dolota.in.ua/ua/p1800677751-dolota-3111-tsgvu.html> (accessed: 02.10.2025).

нию связности резервуара и общей продуктивности. Второй метод, гидроразрыв пласта, также является важным подходом. Он предполагает создание трещин в коллекторе путем впрыска жидкости под высоким давлением в ствол скважины. Эти трещины позволяют добывать углеводороды из ранее недоступных зон, что существенно повышает производительность скважин. Внедрение одновременной эксплуатации скважин дало перспективные результаты, особенно на месторождении Алтыгуй, где рекомендуется распространить этот подход на низкопродуктивные скважины как в трубном, так и в затрубном пространстве.

Использование комплексного подхода, включающего точечные завершения и перфорации, обработку глинистой кислотой, гидроразрыв пласта и продолжение одновременной эксплуатации скважин, позволяет значительно увеличить их производительность и общую эффективность на месторождении Алтыгуй.

В ходе эксплуатации скважин осуществляется систематический мониторинг и анализ для гарантии надежности эксплуатационной колонны, исправности оборудования и соблюдения установленных технологических параметров [15]. Основная цель этого процесса – сбор данных для оптимизации технологических процессов и повышения эффективности добычи. В рамках мониторинга проводится комплексное обследование скважин и сопутствующего оборудования. Это включает проверку целостности цементного камня, состояния обсадных и насосно-компрессорных труб, анализ призабойной зоны пласта, а также проверку на загрязненность скважины и работоспособности оборудования на различных уровнях глубины. Основной задачей мониторинга является обеспечение соответствия параметров работы оборудования установленным нормам производительности и техническому режиму скважины. Это гарантирует оптимальную работу оборудования и максимальную эффективность добычи.

Отделы, ответственные за добычу нефти и газа, сотрудничают с исследовательскими организациями и геофизическими компаниями, чтобы определить виды, объем и частоту необходимых исследований и измерений для мониторинга производительности оборудования при различных методах эксплуатации скважин [16]. Решения принимаются в соответствии с предложениями проектной документации и окончательно утверждаются руководством ассоциации. Научно-исследовательская работа, направленная на контроль работы добывающих скважин, должна строго соответствовать нормам безопасности в нефтегазовой отрасли и соблюдать действующие нормы охраны недр и окружающей среды, обеспечивая ответственную и устойчивую эксплуатацию скважин [17].

Для активации и максимального использования потенциала простаивающих и слабоэксплуатируемых нефтяных скважин настоятельно рекомендуется провести ряд мероприятий по их восстановлению, разработке и пуску в эксплуатацию. Эти меры включают такие задачи, как восстановление связи между стволом скважины и верхними и нижними пластами, выполнение процедур водоизоляции на основе комплексного анализа геофизических исследований, тщательное обследование добывающих колонн и удаление аварийных пакеров. В ходе всех этих операций крайне важно учитывать результаты геофизических исследований, проведенных в процессе ремонта. Кроме того, использование инновационных технологий, таких как «Slickline» и гибкие трубы, играет важную роль в оптимизации эффективности и результативности восстановительных работ [18].

Последние исследования на территории Алтыгуй включали в себя обширные геохимические и гидродинамические работы с целью определения состава нефти, газа и конденсата. Эти усилия принесли ценные результаты, позволяющие точно определить запасы конденсата и свободного газа, а также связанные с ними расчетные характеристики.

Эксплуатация скважин на месторождении Алтыгуй осложнена рядом факторов, включая глубокие пласты, переменные суточные расходы жидкости, высокое начальное давление, падение давления, работу с давлением недонасыщения, повышенный газовый коэффициент, сложную геометрию скважин, изменение состава коллектора и проблемы с парафином. Важно учитывать уникальные характеристики каждой скважины и адаптировать стратегии эксплуатации под их особенности, а также готовиться к будущим изменениям, включая корректировку глубины газлифта.

Основной целью всестороннего анализа оборудования для добычи газового конденсата на месторождении Алтыгуй было определение наиболее эффективного подхода к освоению ресурсов этого месторождения. Это достигалось изучением различных методов разделения газового конденсата, охватывающих три горизонта, где присутствует как нефть, так и газ, с применением одной и той же скважины.

В процессе анализа были рассмотрены комплекты скважинного оборудования, включая технические решения от известных мировых производителей. Оценка проводилась на основе данных, полученных в результате строительства и эксплуатации газовых и нефтяных скважин на месторождении Алтыгуй.

Комплексная оценка этих технологических характеристик позволила выявить наиболее подходящий набор оборудования для эффективной разработки Алтыгуйского газоконденсатного месторождения. Анализ способствовал определению оптимального подхода к добыче и управлению ресурсами этого уникального геологического запаса.

Для разработки газоконденсатного месторождения Алтыгуй были тщательно исследованы различные сложные конфигурации оборудования, с особым вниманием к методу постоянного тока, который предполагает добычу газа и нефти из трех различных горизонтов. В этом контексте были рассмотрены две основные конфигурации: одновременное подвешивание насосных и компрессорных труб для системы двойного заканчивания. Конфигурация разработана для облегчения одновременной добычи газа фонтанным методом и нефти газлифтным методом из трех отдельных горизонтов. Она включает в себя сложную настройку, которая оптимизирует эффективность восстановления ресурсов. Также проводилось изучение ее потенциала для обеспечения двойного заканчивания, что позволяет одновременно добывать газ и нефть.

При реализации схемы постоянного тока ключевым технологическим аспектом является соотношение прогнозируемых депрессий внутри эксплуатируемых пластов, что имеет критическое значение для обеспечения эффективной и результативной добычи ресурсов. Анализ имеющихся данных показывает существенные различия в депрессиях между верхними и нижними пластами при совместной добыче газа из пластов НК-8 и НК-7 через одну нефтегазоконденсатную трубу (НКТ). Особенно важно отметить, что верхний слой характеризуется относительно низкой депрессией, что является определяющим фактором для достижения желаемой скорости добычи газа. Этот особый аспект следует учитывать в процессе проектирования и эксплуатации комплексов оборудования.

Разнообразные факторы могут потенциально способствовать увеличению давления в зоне фильтрации скважины. Один из таких факторов заключается в формировании уплотнений внутри насосно-компрессорной трубы в приповерхностной области или непосредственно в стволе скважины, что приводит к повышению устьевого давления и может создать условия, способствующие межпластовым перетокам, при которых различные флюиды из разных горизонтов могут смешиваться. Однако следует отметить, что риск таких межпластовых перетоков в определенной мере уменьшается при совместной эксплуатации горизонтов НК-7 и НК-8 на более поздних этапах разработки месторождения. Важно, однако, понимать, что это не уменьшает основных требований к используемому оборудованию.

Месторождения нефти и газа в Туркменистане представляют собой уникальную геологическую сложность с множеством слоев, содержащих углеводороды, перекрывающих друг друга. Этот многоуровневый геологический ландшафт имеет значительный потенциал для добычи ресурсов. Однако требуется найти баланс между стратегическим развитием и значительными капитальными затратами, особенно на бурение новых скважин.

Один из наиболее разумных подходов к освоению таких многослойных залежей заключается в создании отдельных сетей скважин, предназначенных для каждого из слоев. Эта стратегия позволяет эффективно использовать ресурсы, учитывая уникальные характеристики и поведение каждого пласта. Однако такой подход сопряжен со значительными издержками на бурение новых скважин. Фактически более половины общих капитальных затрат на разработку месторождений нефти и газа идут на бурение, что часто ставит под сомнение экономическую и техническую целесообразность такого подхода.

В ответ на ограничения бюджета возникла альтернативная стратегия. При работе с многослойными месторождениями стало практикой объединять несколько продуктивных пластов в единый эксплуатационный объект. Этот подход оптимизирует процесс разработки несколькими способами. Во-первых, он сокращает время, необходимое для разработки месторождения, так как управление несколькими пластами осуществляется параллельно. Во-вторых, это снижает значительные капитальные затраты, связанные с бурением скважин, что улучшает общую экономическую и техническую осуществимость проекта.

Одновременная разработка нескольких геологических формаций одной операционной организацией представляет собой привлекательный подход, однако он зависит от нескольких критических факторов. Существенно важно, чтобы физические и химические свойства нефти, газа и конденсата во всех интегрированных пластах были однородными. Это означает, что объем поступления нефти и газа из каждого месторождения должен быть достаточным для поддержания соответствующего забойного давления в скважине. Кроме того, пластовое давление в объединенных пластах должно быть точно сбалансировано, чтобы предотвратить нежелательные потоки нефти и газа между слоями. Не менее важно, чтобы содержание воды в этих пластах было одинаковым.

Список литературы / References

1. Акынязова А., Акмаммедов К., Аннагулыев С., Агдаева А. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли. В кн.: *Современная экономика и право: опыт теоретического и эмпирического анализа: сб. ст. 4-й Междунар. науч.-практ. конф., г. Петрозаводск, 25 окт. 2022 г.* Петрозаводск: Новая Наука; 2022. С. 6–12.
2. Agishev A.S. Production of hydrocarbon raw materials based on innovative technologies and their transportation. *Innovations in Technology and Science Education*. 2023(7):287–291.

Однако следует учитывать, что в некоторых случаях не удастся обеспечить соблюдение данных условий. Когда физические и химические свойства пластов, их дебиты, давления и содержание воды существенно отличаются, разработка многослойных месторождений требует альтернативного подхода. В таких сценариях используется метод двойного заканчивания с использованием одной скважины. Выбор конкретной схемы двойного заканчивания зависит от уникальных геолого-технических условий разработки месторождения, а также технико-эксплуатационных характеристик задействованных скважин.

Выводы

На Алтыгуйском месторождении инженерные аспекты играют ключевую роль в оптимизации и усовершенствовании технологий бурения скважин. В связи с геологическими особенностями этой области, включающими значительные глубины скважин и изменчивость характеристик коллектора, необходимо постоянное развитие методов и оборудования для эффективной добычи нефти и газа.

Одним из ключевых направлений совершенствования технологий является внедрение современных методов моделирования и прогнозирования, которые позволяют более точно определить параметры скважин и выбрать оптимальные стратегии бурения. Это включает в себя использование специализированных компьютерных программ для анализа геологических данных, прогнозирования давлений и расчета производительности скважин, что значительно повышает эффективность и точность процесса проектирования и разработки нефтяных и газовых месторождений.

Также важными направлениями являются исследование и разработка инновационных технологий жидкости для бурения, которые направлены на улучшение качества ствола скважин и защиту коллекторов от возможных повреждений. Внедрение таких технологий позволяет сократить время и затраты на процесс бурения, а также значительно повысить эффективность добычи углеводородных ресурсов на месторождениях.

Важно отметить, что существует стремление к увеличению производительности бурения путем оптимизации контролируемых параметров и внедрения инновационных систем управления. Это включает использование автоматизированных систем мониторинга и управления процессом бурения, что способствует более точному контролю и предотвращению возможных проблем, обеспечивая более эффективное и безопасное выполнение операций на месторождениях.

В общем, улучшение технологий бурения на месторождении Алтыгуй нацелено на увеличение эффективности, обеспечение безопасности и достижение экономической выгоды в процессе добычи нефти и газа, что является ключевым аспектом для устойчивого развития нефтегазовой промышленности в данном регионе.

Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на разработке и тестировании новых технологий бурения, способных улучшить эффективность добычи и снизить экологические последствия на месторождении Алтыгуй.

3. Кабыл Ж.М. Изучение современных технологий при добыче газа. В кн.: *Приоритетные направления научных исследований: анализ и управление: сб. материалов Междунар. науч. конф., г. Караганда, 18–19 апр. 2023 г.* Караганда: Bilim Innovations Group; 2023. С. 261–268. Режим доступа: <https://kazconf.com/files/archive/4332003.pdf#page=260> (дата обращения: 02.10.2025).
4. Соатов Э, Эргашев Х. Роль цифровизации в развитии экономики (на примере нефтегазовой отрасли Республики Узбекистан). В кн.: *Milliy iqtisodiyot raqobatbardoshligini oshirish aholi turmush darajasi barqarorligi omili: mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyas, Toshkent, 18 oktyabr 2023.* Toshkent; 2023. С. 314–318. Режим доступа: <https://sci-p.uz/index.php/editions/article/view/334> (дата обращения: 02.10.2025).
5. Нуршаханова Л.К., Мирзаев Р.И., Закенова А.С. Влияние реологических характеристик полимерных растворов на эффективность процесса бурения скважин. *Yessenov Science Journal.* 2022;(2);134–139. Режим доступа: <https://ysj.yu.edu.kz/wp-content/uploads/2023/07/2-43-2022.pdf#page=134> (дата обращения: 02.10.2025).
Nurshakhanova L.K., Mirzaev R.I., Zakenova A.S. Influence of rheological characteristics of polymer solutions on the efficiency of the drilling process of wells Nurshakhanova LK. *Yessenov Science Journal.* 2022;(2);134–139. (In Russ.) Available at: <https://ysj.yu.edu.kz/wp-content/uploads/2023/07/2-43-2022.pdf#page=134> (accessed: 02.10.2025).
6. Нурлыбаев Р.О. Современное состояние и тенденции развития буровзрывного комплекса на горных предприятиях Казахстана, пути совершенствования технологий взрывных работ. *Новости науки Казахстана.* 2021;(2):100–117. Режим доступа: <https://vestnik.nauka.kz/storage/docs/9-Нурлыбаев.pdf> (дата обращения: 02.10.2025).
Nurlybaev R.O. Current state and development trends of the drilling and blasting complex at mining enterprises of Kazakhstan, ways to improve blasting technologies. *News of Kazakhstan Science / Novosti nauki Kazakhstan.* 2021;(2):100–117. (In Russ.) Available at: <https://vestnik.nauka.kz/storage/docs/9-Нурлыбаев.pdf> (accessed: 02.10.2025).
7. Deryaev A. Features of the construction of directed deep wells in Turkmenistan. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment.* 2024;(1):35–47. <https://doi.org/10.4408/IJEGE.2024-01.O-03>
8. Adjei S., Elkhatatny S., Aggrey W.N., Abdelraouf Ya. Geopolymer as the future oil-well cement: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering.* 2022;208(Part B):109485. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109485>
9. Pink T., Bruce A., Kverneland H., Brad A. Building an Automated drilling system where surface machines are controlled by downhole and surface data to optimize the well construction process. In: *IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition, San Diego, California, USA, March 6–8, 2012.* SPE-150973-MS. <https://doi.org/10.2118/150973-MS>
10. Suryadi H., Li H., Medina D., Celis A. New digital well construction planning solution: improving efficiency & quality of well design through collaboration and automation. In: *SPE/IATMI Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition, Virtual, October 12–14, 2021.* SPE-205701-MS. <https://doi.org/10.2118/205701-MS>
11. Kuyken C.W., Elkasrawy M.E., Al Breiki A.M.S., Elgendy Y.A.M., Abdelaal A.G. High performance drilling onshore abu dhabi. In: *SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference and Exhibition, Abu Dhabi, UAE, May 25–27, 2021.* SPE-202142-MS. <https://doi.org/10.2118/202142-MS>
12. Q. Li, F. Wang, Y. Wang, C. Zhou, J. Chen, K. Forson et al. Effect of reservoir characteristics and chemicals on filtration property of water-based drilling fluid in unconventional reservoir and mechanism disclosure. *Environmental Science and Pollution Research.* 2023;30(19):55034–55043. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26279-9>
13. Burton N.A., Padilla R.V., Rose A., Habibullah H. Increasing the efficiency of hydrogen production from solar powered water electrolysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2021;135:110255. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110255>
14. Fan D., Sun H., Yao J., Zhang K., Yan X., Sun Z. Well production forecasting based on ARIMA-LSTM model considering manual operations. *Energy.* 2021;220:119708. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119708>
15. Klemz A.C., Weschenfelder S.E., de Carvalho Neto S.L., Damas M.S.P., Viviani J.C.T., Mazur L.P. et al. Oilfield produced water treatment by liquid-liquid extraction: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering.* 2021;199:108282. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.108282>
16. Бяшимов А., Ишанов М., Бердиева А., Озбеков Н. Некоторые аспекты экологической безопасности в нефтегазовой отрасли Туркменистана. *Colloquium-Journal.* 2023;(7):30–31.
Byashimov A., Ishanov M., Berdiyeva A., Ozbekov N. Some aspects of environmental safety in the oil and gas industry of Turkmenistan. *Colloquium-Journal.* 2023;(7):30–31.
17. Deryaev A. Drilling of directional wells in the fields of Western Turkmenistan. *Grassroots Journal of Natural Resources.* 2024;7(2):347–369. <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.070218>
18. Деряев А.Р. Бурение направленной разведочной скважины в мелководье Каспия. *Горные науки и технологии.* 2024;9(4):341–351. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2024-02-217>
Deryaev A.R. Directional drilling of an exploratory well in the shallow waters of the Caspian Sea. *Mining Science and Technology (Russia).* 2024;9(4):341–351. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2024-02-217>

Информация об авторе

Деряев Аннагулы Реджепович – доктор технических наук, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский институт природного газа ГК «Туркменгаз», г. Ашгабат, Туркменистан; <https://orcid.org/0009-0004-8569-6277>; e-mail: annagulyderyayew@gmail.com

Информация о статье

Поступила в редакцию: 17.10.2025
Поступила после рецензирования: 16.12.2025
Принята к публикации: 18.12.2025

Information about the author

Annaguly R. Deryaev – Dr. Sci. (Eng.), Chief Research Associate, The State Concern “Turkmengaz”, Ashgabat, Turkmenistan; <https://orcid.org/0009-0004-8569-6277>; e-mail: annagulyderyayew@gmail.com

Article info

Received: 17.10.2025
Revised: 16.12.2025
Accepted: 18.12.2025