

МРНТИ 39.29.15

DOI: <https://doi.org/10.62724/202610605>

Карибаев Аскар Амирханович*1

PhD

Международный академический университет,
Уральск, Казахстан, Karibaevaskar83@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-3934-3813

ОСОБЕННОСТИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИИ БАЛГИМБАЕВА

Аннотация В статье рассматриваются особенности бурения горизонтальных скважин на месторождении Балгимбаева, расположенном в пределах Прикаспийской нефтегазоносной провинции. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности разработки нефтяных месторождений и более полного извлечения углеводородных ресурсов из продуктивных пластов. Целью работы является анализ геолого-технических условий бурения и оценка эффективности применения технологии горизонтального бурения на данном месторождении.

В работе рассмотрены геологическое строение месторождения, литологический состав продуктивных горизонтов и основные характеристики коллекторов. Проанализированы условия бурения скважин, конструкция скважины, а также применяемое буровое оборудование и технологические решения при строительстве горизонтальных стволов. Особое внимание уделено преимуществам использования горизонтальных скважин при разработке нефтяных залежей, включая увеличение дебитов скважин, расширение зоны дренирования пласта, снижение обводненности продукции и повышение коэффициента извлечения нефти.

Проведённый анализ показывает, что применение современных технологий бурения горизонтальных скважин позволяет значительно повысить эффективность разработки месторождения, улучшить технико-экономические показатели эксплуатации скважин и обеспечить более рациональное использование запасов углеводородов. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и оптимизации системы разработки аналогичных нефтяных месторождений.

Ключевые слова. Горизонтальные скважины, бурение скважин, месторождение, Прикаспийская нефтегазоносная провинция, продуктивный пласт, геолого-технические условия, траектория скважины, технологии бурения, эффективность разработки месторождений.

Карибаев Аскар Амирханович*1

PhD

Халықаралық академиялық университет,
Орал, Қазақстан, Karibaevaskar83@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-3934-3813

БАЛҒЫМБАЕВ КЕН ОРНЫНДА ГОРИЗОНТАЛДЫ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада Каспий маңы мұнай-газ провинциясының шегінде орналасқан Балғымбаев кен орнында горизонталды ұңғымаларды бұрғылаудың ерекшеліктері қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі мұнай кен орындарын игеру тиімділігін арттыру және өнімді қабаттардан көмірсутек ресурстарын барынша толық өндіру қажеттілігімен

негізделеді. Жұмыстың мақсаты – аталған кен орнында бұрғылаудың геологиялық-техникалық жағдайларын талдау және горизонталды бұрғылау технологиясын қолданудың тиімділігін бағалау.

Жұмыста кен орнының геологиялық құрылысы, өнімді горизонттардың литологиялық құрамы және коллекторлардың негізгі сипаттамалары қарастырылған. Ұңғымаларды бұрғылау жағдайлары, ұңғыма конструкциясы, сондай-ақ горизонталды оқпандарды салу кезінде қолданылатын бұрғылау жабдықтары мен технологиялық шешімдер талданған. Мұнай кеніштерін игеру барысында горизонталды ұңғымаларды қолданудың артықшылықтарына ерекше назар аударылған. Олардың қатарына ұңғымалардың дебитін арттыру, қабаттың дренаждалу аймағын кеңейту, өндірілетін өнімнің сулануын төмендету және мұнайды алу коэффициентін арттыру жатады.

Жүргізілген талдау горизонталды ұңғымаларды бұрғылаудың заманауи технологияларын қолдану кен орнын игеру тиімділігін едәуір арттыруға, ұңғымаларды пайдалану кезіндегі техникалық-экономикалық көрсеткіштерді жақсартуға және көмірсутек қорларын неғұрлым ұтымды пайдалануға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Алынған нәтижелер ұқсас мұнай кен орындарын игеру жүйесін жобалау және оңтайландыру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілт сөздер. Горизонталды ұңғымалар, ұңғымаларды бұрғылау, кен орны, Каспий маңы мұнай-газ провинциясы, өнімді қабат, геологиялық-техникалық жағдайлар, ұңғыма траекториясы, бұрғылау технологиялары, кен орындарын игеру тиімділігі.

Карибаев Аскар Амирханович^{*1}

PhD,

International Academic University,

Uralsk Kazakhstan, Karibaevaskar83@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-3934-3813

FEATURES OF HORIZONTAL WELL DRILLING AT THE BALGIMBAYEV OIL FIELD

Abstract. The article examines the features of horizontal well drilling at the Balgimbayev oil field located within the Precaspian oil and gas province. The relevance of the study is обусловлена the need to improve the efficiency of oil field development and to ensure more complete recovery of hydrocarbon resources from productive reservoirs. The purpose of the work is to analyze the geological and technical drilling conditions and to evaluate the effectiveness of applying horizontal drilling technology at this field.

The study considers the geological structure of the field, the lithological composition of productive horizons, and the main characteristics of reservoirs. The conditions of well drilling, well design, as well as the drilling equipment and technological solutions used in the construction of horizontal wellbores are analyzed. Special attention is paid to the advantages of using horizontal wells in the development of oil reservoirs, including increased well production rates, expansion of the reservoir drainage area, reduction of produced water cut, and improvement of the oil recovery factor.

The conducted analysis shows that the application of modern horizontal drilling technologies makes it possible to significantly increase the efficiency of field development, improve the technical and economic performance of well operation, and ensure more rational use of hydrocarbon reserves. The obtained results can be used in the design and optimization of development systems for similar oil fields.

Key words. horizontal wells, well drilling, oil field, Precaspian oil and gas province, productive reservoir, geological and technical conditions, well trajectory, drilling technologies, efficiency of field development.

Введение Разработка нефтяных месторождений в условиях Прикаспийской нефтегазоносной провинции представляет собой сложный технологический процесс, требующий учета геолого-технических особенностей и применения современных методов бурения [2,3].

Одним из перспективных направлений повышения эффективности добычи нефти является использование горизонтальных скважин, позволяющих существенно увеличить охват продуктивных пластов и повысить коэффициент извлечения углеводородов. В этой связи исследование особенностей бурения горизонтальных скважин на месторождении им. С. Балгимбаева имеет высокую актуальность.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации современных технологий бурения к конкретным геолого-техническим условиям месторождения [1]. Применение горизонтальных скважин требует детального анализа строения продуктивных пластов, характеристик горных пород, а также выбора оптимальных технологических решений для обеспечения высокой производительности и надежности скважин.

Степень разработанности темы достаточно высока: в научной литературе рассмотрены различные аспекты бурения горизонтальных скважин, включая их конструктивные особенности, методы оптимизации траектории и режимы бурения. Однако специфические условия месторождения С. Балгимбаева — особенности строения пластов, вариабельность их физико-механических свойств и гидродинамические характеристики — требуют дополнительного изучения и уточнения существующих технологий [1].

Объектом исследования является процесс бурения горизонтальных скважин на месторождении С. Балгимбаева. Предмет исследования — геолого-технические условия месторождения и технологические решения, влияющие на эффективность буровых работ.

Цель — провести анализ особенностей бурения горизонтальных скважин на указанном месторождении и разработать рекомендации по повышению эффективности буровых работ.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

-Исследовать геолого-технические условия разработки месторождения им. С. Балгимбаева;

-Проанализировать строение продуктивных пластов и их влияние на выбор траектории скважин;

-Рассмотреть технологические решения и методы бурения, применяемые на месторождении;

-Выявить преимущества горизонтальных скважин и предложить направления оптимизации буровых работ.

Материалы и методы исследований. В качестве материалов исследования использовались геолого-технические данные месторождения, включающие: геологические карты и разрезы продуктивных пластов; литологические и стратиграфические характеристики горных пород; данные по физико-механическим свойствам пород (плотность, прочность, пористость, проницаемость); данные бурового контроля и отчеты о ранее пробуренных скважинах, включая информацию о наклонах, кривизне, диаметрах скважин и применяемых буровых растворах; технические

характеристики бурового оборудования и инструментов, используемых для горизонтального бурения.

Результаты и их обсуждение. Месторождение С. Балгимбаева расположено в западной части Республики Казахстан, в пределах Атырауской области, в Исатайском районе.

Данная провинция характеризуется значительными запасами углеводородов и сложным геологическим строением, обусловленным развитием соляной тектоники и мощной толщей осадочных пород различного возраста [2].

Месторождение было открыто в 1962 году в результате бурения поисковых скважин.

Полученные результаты подтвердили наличие промышленных запасов нефти. В дальнейшем были проведены детальные геологоразведочные исследования, позволившие уточнить строение залежей и оценить перспективы промышленной разработки.



Рисунок 1- Обзорная карта месторождения

В тектоническом отношении месторождение приурочено к структурам Прикаспийской синеклизы. Данная крупная тектоническая структура представляет собой обширную впадину, заполненную мощной толщей осадочных пород палеозойского, мезозойского и кайнозойского.

Формирование структуры связано с длительной геологической эволюцией региона и развитием соляных куполов, которые оказывают существенное влияние на формирование ловушек углеводородов.

Структура месторождения имеет антиклинальный характер. Нефтяные залежи приурочены к локальным поднятиям осадочного чехла. Нефтяные залежи приурочены к локальным поднятиям осадочного чехлу. В пределах структуры наблюдаются

тектонические нарушения и разломы, которые могли играть роль в формировании и сохранении залежей углеводородов.

Важным фактором формирования нефтяных ловушек является соляная тектоника, характерная для Прикаспийской впадины. Соляные купола создают благоприятные условия для образования структурных и структурно-литологических ловушек нефти и газа.

Стратиграфический разрез месторождения представлен породами различного возраста. Основная часть осадочного чехла сложена мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Продуктивные горизонты приурочены преимущественно к мезозойским отложениям, представленным песчаниками, алевролитами и глинистыми породами. Песчаники являются основными коллекторами нефти и характеризуются достаточно высокими значениями пористости и проницаемости [1].

Литологический состав продуктивных пластов представлен преимущественно мелкозернистыми и среднезернистыми песчаниками, которые обладают хорошими фильтрационно-емкостными свойствами. Пористость коллекторов может достигать 15–25 %, а проницаемость изменяется в широких пределах в зависимости от степени цементации и гранулометрического состава пород. Наличие глинистых прослоев может оказывать влияние на неоднородность продуктивных пластов [1].

Глубина залегания продуктивных горизонтов на месторождении сравнительно небольшая и составляет примерно 800–900 метров. Это облегчает условия бурения и эксплуатации скважин, а также снижает капитальные затраты на разработку месторождения. Покрышкой для нефтяных залежей служат плотные глинистые породы, обладающие низкой проницаемостью и способные эффективно удерживать углеводороды в пределах коллекторов.

Нефть накапливается в поровых коллекторах, где основным типом пустот является межзерновая пористость. Такие коллекторы широко распространены в терригенных отложениях мезозойского возраста. В некоторых случаях наблюдаются элементы структурно-литологических ловушек, обусловленных изменениями литологического состава пород.

Нефть месторождения характеризуется средней плотностью и содержит определенное количество сернистых соединений, смол и парафинов. Физико-химические свойства нефти оказывают влияние на технологию добычи и методы повышения нефтеотдачи пластов. В отдельных залежах отмечается наличие растворенного газа, что позволяет отнести их к газонефтяным системам.

Разработка месторождения осуществляется с использованием традиционных методов добычи нефти. В процессе эксплуатации применяются различные методы поддержания пластового давления, включая закачку воды в пласт. Это позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти и обеспечить более эффективную разработку месторождения.

Строительство эксплуатационной скважины будет осуществляться с помощью буровой установки ZJ-30 или ее аналогом (VR-500, ZJ-40) с грузоподъемностью не менее 170 тн. Буровая установка должна иметь 4-х ступенчатую систему очистки, которая обеспечит соблюдения проектных параметров промывочной жидкости, тем самым обеспечивая минимальное воздействие промывочной жидкости на проницаемые (продуктивные) пласты [2]. Основные проектные данные следующие: Проектная коммерческая скорость бурения составляет 1520,8 м/ст. месяц.

Общая продолжительность строительства скважины – 53,2 сут., с учетом монтажа БУ, бурения, крепления и освоения. Целью бурения является добыча нефти. Проектная

глубина по вертикали/по стволу – 645,85/1313м (таблица 1).

Таблица 1 - Основные проектные данные

№пп	Наименование данных	Значение
1	2	3
1.	Номер района строительства скважин (или морской район)	-
2.	Номера скважин, строящихся по данному проекту	247
3.	Месторождение, площадь (участок)	С.Балгимбаев
4.	Расположение (суша, море)	Суша
5.	Глубина моря на точке бурения, м	0
6.	Цель бурения и назначение скважин	Добыча нефти, эксплуатационная
7.	Проектный горизонт	Средняя юра
8.	Проектная глубина, м по вертикали по стволу	645,85 1313
9.	Число объектов испытания в колонне в открытом стволе	1
10.	Вид скважин (вертикальная, наклонно-направленная)	Горизонтальная
12.	Азимут бурения, градус	60,0
13.	Максимальный зенитный угол, градус	90
14.	Максимальная интенсивность изменения зенитного угла, град/30м	5,87
15.	Глубина по вертикали кровли продуктивного (базисного) пласта, м	645,85
16.	Отклонение от вертикали точки входа в кровлю продуктивного (базисного) пласта, м	292,84
17.	Допустимое отклонение заданной точки входа в кровлю продуктивного (базисного) пласта от проектного положения (радиуса круга допуска), м	5,61
18.	Категория скважин	Вторая
19.	Металлоемкость конструкции, кг/м	40,26
20.	Способ бурения	Роторный/ВЗД/РУС
21.	Вид привода	Дизель-электрический
22.	Вид монтажа (первичный, повторный)	Первичный
23.	Тип буровой установки	ZJ-30 или аналог (VR-500, ZJ-40) грузоподъемностью не менее 170 тонн
24.	Тип вышки	Телескопическая
25.	Наличие механизмов АСП (да, нет)	нет
26.	Номер основного комплекта бурового оборудования	-

27.	Максимальная масса колонны, тн обсадной колонны бурильной колонны суммарной (при спуске секциями)	28,19 46,23
28.	Тип установки для испытаний (освоения)	Со станка или А-50
29.	Продолжительность цикла строительства скважин, сутки в том числе: -подготовка площадки, мобилизация БУ -строительно-монтажные работы -подготовительные работы к бурению -бурение и крепление опробование пластоиспытателем на кабеле время монтажа подъемника для испытания -время демонтажа буровой установки -освоение, в том числе: в открытом стволе в эксплуатационной колонне ликвидационные работы	53,2 7,0 5,0 2,0 25,9 - 2,0 4,0 7,3 - 7,3 -
30.	Проектная коммерческая, м/ст. месяц	1520,8
31.	Сметная стоимость, в том числе возврат	договорная
32.	Дежурство на буровой геологической и технологической служб	постоянно

Установка оснащена современным основным и вспомогательным буровым оборудованием, средствами механизации, автоматизации и контроля технологических процессов, удовлетворяет требованиям техники безопасности и противопожарной безопасности, требованиям охраны окружающей природной среды. Основным преимуществом разработки месторождений с использованием горизонтальных стволов является многократное увеличение дебита скважин. Это дало бурное развитие ГС во всем мире. Однако стоимость горизонтального бурения является весьма дорогостоящей вследствие недостаточного совершенства техники и технологии бурения, освоения, исследовательских и ремонтных работ. Поэтому вопрос эффективности применения горизонтальных скважин является одним из важнейших.

Развитие технологий бурения горизонтальных скважин в мировой нефтегазовой практике показало их высокую эффективность при разработке месторождений с низкой проницаемостью коллекторов. Применение таких скважин позволяет значительно увеличить площадь контакта ствола скважины с продуктивным пластом, что способствует повышению дебитов и более интенсивному извлечению углеводородов.

В сравнении с вертикальными скважинами горизонтальные конструкции обеспечивают более равномерное дренирование пласта. Практика эксплуатации показывает, что производительность горизонтальных скважин может превышать

показатели вертикальных аналогов в несколько раз. Благодаря этому сокращаются сроки разработки месторождений и повышается эффективность использования запасов.

Кроме того, использование горизонтального бурения дает возможность вовлекать в разработку участки пластов, которые при традиционном бурении остаются недостаточно освоенными. В результате увеличивается коэффициент извлечения нефти и повышается экономическая эффективность разработки залежей.

Следует отметить, что строительство горизонтальных скважин связано с более сложными технологическими операциями и требует применения современного оборудования, систем управления траекторией и высокоточных геофизических измерений. Однако повышение дебитов и уменьшение количества необходимых скважин в большинстве случаев компенсирует увеличение затрат на бурение.

Наряду с этим применение горизонтальных скважин является одним из эффективных направлений повышения нефтеотдачи пластов и рационального освоения нефтяных ресурсов.

Применение технологии разработки нефтяных месторождений с использованием горизонтальных скважин позволяет обеспечить стабильный коэффициент извлечения нефти на уровне 60–80 %. Такой результат достигается благодаря ряду технологических преимуществ.

Во-первых, горизонтальные скважины могут эффективно применяться на различных этапах разработки месторождений, а также в коллекторах, отличающихся по типу и условиям залегания.

Во-вторых, при бурении горизонтального ствола создаются условия для пересечения естественных трещин в породах пласта, что способствует увеличению фильтрационных свойств коллектора и повышению интенсивности притока пластовых флюидов.

Кроме того, для обеспечения эффективного дренирования залежи требуется значительно меньшее количество горизонтальных скважин — как правило, в 4–5 раз меньше, чем при использовании вертикальных скважин.

Для обеспечения требуемых параметров данной скважины при бурении с набором угла в компоновку низа бурильной колонны (КНБК) включены винтовой забойный двигатель, роторно-управляемая система и телеметрическая система. Использование современного оборудования, включая телесистемы, буровые долота и другие технические средства зарубежного производства, позволит повысить качество строительства скважины и обеспечить соблюдение требований промышленной безопасности [2,3,4].

Бурение горизонтальных скважин осуществляется по технологии, разрешённой к применению на опасных производственных объектах. Данная технология соответствует установленным требованиям промышленной безопасности и имеет соответствующее разрешение уполномоченного государственного органа в области промышленной безопасности, выданное в соответствии со статьёй 74 Закона Республики Казахстан «О гражданской защите» [5].

Высокие технико-экономические показатели бурения достигаются благодаря комплексу факторов, среди которых важнейшими являются рациональный выбор конструкции скважины, использование современных технологических решений и применение высококачественных полимерных буровых растворов.

Согласно анализу совмещённого графика пластовых и гидростатических давлений, при строительстве данной скважины аномально высокие пластовые давления не прогнозируются.

Исходя из горно-геологических условий разреза, для обеспечения надёжности,

технологичности и безопасности предлагается следующая конструкция скважин (таблица 2).

Таблица 2 - Общие сведения о конструкции скважин

Название колонны	Диаметр, мм	Интервал спуска, м	
		По вертикали	По стволу
		От (вверх)	До (низ)
Направление	323,9	0	20
Кондуктор	244,5	0	300
Эксплуатационная колонна	177,8	0	645,85
Хвостовик	114,3	641,59	645,85

Бурильная колонна 114,3мм и 88,9мм, укомплектована трубами марки G- 105, с толщиной стенок 8,56мм и 9,347мм соответственно.

С целью недопущения открытого нефтегазоводяного выброса на кондукторе, устанавливается комплект противовыбросового оборудования (ПВО), обеспечивающий герметичность устья скважин при возможных ГНВП.

Бурение горизонтальных скважин позволяет значительно увеличить площадь дренирования продуктивного пласта и повысить дебиты скважин. В отличие от вертикальных скважин, горизонтальные стволы обеспечивают более эффективное извлечение нефти из низкопроницаемых коллекторов.

При строительстве скважин на месторождении применяется современное буровое оборудование, включая буровые установки типа ZJ-30 или их аналоги. Используются телесистемы, винтовые забойные двигатели и роторно-управляемые системы, позволяющие обеспечить точное управление траекторией скважины.

Применение горизонтальных скважин позволяет увеличить дебиты в 3–5 раз по сравнению с вертикальными скважинами, а также повысить коэффициент извлечения нефти [3,4]. Кроме того, уменьшается общее количество скважин, необходимых для эффективного дренирования залежи.

Заключение. Проведённый анализ показал, что применение горизонтальных скважин на месторождении С. Балгимбаева является эффективным технологическим решением. Использование современных методов бурения позволяет увеличить производительность скважин, повысить коэффициент извлечения нефти и улучшить технико-экономические показатели разработки месторождения.

Дальнейшее совершенствование технологий бурения и внедрение инновационного бурового оборудования позволит повысить эффективность освоения запасов углеводородов и обеспечить устойчивое развитие нефтегазовой отрасли региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проект разработки месторождения С. Балгимбаева. Аналитический отчет по эксплуатации горизонтального фонда.
2. Басарыгин Ю. М., Булатов А. И., Проселков Ю. М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. — 632 с.
3. Калинин А. Г. Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин. — М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 432 с.
4. Оганов А. С. Строительство горизонтальных и многозабойных скважин. — М.: Недра, 2011.

5. Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI «О недрах и недропользовании» (с изменениями и дополнениями).

REFERENCES

1. Proekt razrabotki mestorozhdeniya S. Balgimbaeva. Analiticheskij otchet po ekspluatatsii gorizonta'nogo fonda. [Development project of the S. Balgimbayev field. Analytical report on the operation of the horizontal well stock.]. – (In Rus)
2. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Tekhnologiya bureniya neftyanyh i gazovyh skvazhin: Uchebnik dlya vuzov. [Technology of drilling oil and gas wells: Textbook for universities.]. M.: ООО «Nedra-Biznescentr», (2002). – 632 p. – (In Rus)
3. Kalinin A.G. Burenie naklonnyh, gorizonta'nyh i mnogozabojnyh skvazhin. [Drilling of directional, horizontal and multilateral wells.]. M.: CentrLitNefteGaz, (2008). – 432 p. – (In Rus)
4. Oganov A.S. Stroitel'stvo gorizonta'nyh i mnogozabojnyh skvazhin. [Construction of horizontal and multilateral wells.]. M.: Nedra, (2011). – (In Rus)
5. Kodeks Respubliki Kazahstan ot 27 dekabrya 2017 goda № 125-VI «O nedrah i nedropol'zovanii» (s izmeneniyami i dopolneniyami). [Code of the Republic of Kazakhstan dated December 27, 2017 No. 125-VI “On Subsoil and Subsoil Use” (as amended and supplemented).]. – (In Rus)