

ISSN 2091-5527

№ 4/2025

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

УДК 622.276.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАДИАЛЬНОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ОБВОДНЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Асадова Хулкар¹, Абдурахмонова Сурайё², Билалова Дилафруз³

¹т.ф.н., доцент, главный научный сотрудник АО «O'ZLITINEFTGAZ»,

²доцент, Ташкентский государственный технический университет,

³старший преподаватель, Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы разработки длительно разрабатываемых месторождений, характеризующихся высокой обводненностью и наличием зон остаточных запасов. Проведен сравнительный анализ эффективности технологии радиального бурения на примере условных месторождений «А» (Узбекистан) и «В» (Россия).

На основе производственных данных выявлен парадокс: несмотря на значительный прирост дебита и временное снижение обводненности, скважины месторождения «А» быстро возвращались к исходному состоянию.

Установлены геолого-технологические причины этого явления, включая вскрытие высокопроницаемых обводненных каналов и отсутствие селективной изоляции.

Предложен комплекс решений, основанный на применении геонавигации, селективного бурения с химической и механической изоляцией, а также интеграции с методами увеличения нефтеотдачи.

Экономический анализ показал, что модернизированный подход обеспечивает устойчивый эффект и повышенную рентабельность при умеренном росте капитальных затрат.

Ключевые слова: радиальное бурение, обводненность, остаточные запасы, обводненные скважины, месторождения, геонавигация, селективная изоляция, методы увеличения нефтеотдачи, сравнительный анализ.

Введение. На поздних стадиях разработки месторождений углеводородов наблюдаются падение дебитов, рост обводненности продукции и накопление значительных объемов остаточных запасов [1; с. 45-52, 2; с. 128-135].

Применение традиционных методов интенсификации зачастую не дает долговременного эффекта и становится экономически нецелесообразным.

В этих условиях особое значение приобретают технологии, направленные на увеличение дренируемого объема пласта без бурения новых скважин, в частности - радиальное бурение (РБ) и резка боковых стволов (ЗБС) [3; с. 86-79, 4; с. 112-119].

Опыт применения РБ на месторождении «А» показал, что стандартная технология не всегда обеспечивает устойчивые результаты в условиях высокой неоднородности и обводненности пластов.

Цель настоящего исследования - сравнительный анализ эффективности РБ в разных геолого-технологических условиях, выявление причин краткосрочности эффекта и формирование усовершенствованной

методологии радиального бурения для сложных коллекторов [5; с. 118].

Методология исследования. Работа основана на анализе научных публикаций, материалов конференций и производственных отчетов. Основные этапы исследования включали, сравнительный анализ производственных показателей до и после применения РБ на объектах в Узбекистане и России. Определение ключевых геолого-технических факторов, влияющих на повторное обводнение скважин.

Разработку и экономическую оценку усовершенствованной технологической схемы РБ, направленной на повышение устойчивости эффекта.

Результаты и обсуждение.

1. Сравнительный анализ эффективности РБ. Характеристика объектов исследования приведена в таблице 1. Несмотря на различие в литологии коллекторов, обе группы месторождений сталкиваются с типичной проблемой, высокой обводненностью при наличии остаточных запасов.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика объектов исследования

Параметр	«А» (Узбекистан)	«В» (Россия)
Тип коллектора	Карбонатный / терригенный	Терригенный (песчаники, алевролиты)
Исходная проблема	Обводненность >80%	Обводненность, низкая проницаемость
Стадия разработки	Поздняя	Поздняя
Реакция на РБ	Быстрый, но кратковременный эффект	Стабильный прирост дебита в 1,5-2 раза

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика объектов исследований - месторождений «А» (Узбекистан) и «В» (Россия). Анализируются ключевые параметры: тип коллектора, исходные проблемы и стадия разработки. Особое внимание уделено дифференцированной реакции объектов на применение технологии радиального бурения, что демонстрирует влияние геологических особенностей на эффективность метода.

Анализ показывает, что различная реакция на технологию обусловлена не только литологией, но и геолого-технологическими условиями ее применения. Для месторождения «А» характерно вскрытие высокопроницаемых обводненных каналов, что приводит к кратковременному эффекту. В случае месторождения «В» радиальное бурение позволяет эффективно вовлечь в разработку низкопроницаемые зоны, обеспечивая стабильный прирост дебита.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дифференцированного подхода

к отбору кандидатных скважин и выбору технологических параметров для радиального бурения.

На месторождении «А» прирост дебита достигал 120%, однако уже через 3-6 месяцев показатели возвращались к исходным значениям (таблица 2).

Данная ситуация является классическим примером кратковременного эффекта от применения технологии радиального бурения без учета геологических рисков. Значительный первоначальный прирост дебита газа (с 28 до 62 тыс. м³/сут) свидетельствует о том, что технология радиального бурения эффективно вскрыла новые дренируемые зоны пласта. Однако последующее быстрое падение продуктивности и резкий рост обводненности указывают на вскрытие высокопроницаемых обводненных каналов или преждевременный подъем водонефтяного контакта [6; с. 117-123, 7; с. 94-107].

Таблица 2.

Динамика работы скважин после РБ «А»

Показатель	До РБ	После РБ	Через 6 мес.
Дебит газа, тыс. м ³ /сут	28	62 (+120%)	30-35
Обводненность, %	35	18	>80
Коэффициент продуктивности	0,85	1,45	0,9

Анализ динамики показателей и коэффициент продуктивности: рост с 0,85 до 1,45 сразу после РБ подтверждает успешное улучшение фильтрационных характеристик призабойной зоны. Однако последующее снижение до 0,9 свидетельствует о закупорке новых каналов (например, вследствие кольтмации вынесенным шламом, образованием эмульсий или химических осадков) или о неконтролируемом прорыве пластовых вод, которые блокируют фильтрацию газа [8; с. 105-115, 9; с. 143].

Критический рост обводненности до уровня >80% через 6 месяцев является ключевым индикатором того, что новые радиальные каналы соединились с обводненными прослоями или зонами с подвижной водой. Это привело к подавлению газового тракта и резкому снижению дебита по газу.

Полученные результаты подчеркивают, что для месторождения «А» применение радиального бурения требует тщательного предварительного моделирования и проведения геофизических исследований для

идентификации и изоляции обводненных интервалов. Без этого высока вероятность получения лишь кратковременного положительного эффекта с последующей потерей продуктивности скважин.

2. Причины быстрого возвратного обводнения.

Анализ показал, что неудачи связаны с геолого-технологическими особенностями применения РБ: Пересечение обводненных зон, радиальные стволы вскрывают трещины и каналы с высокой проницаемостью. Отсутствие изоляции, водопитоки не блокируются ни в основном, ни в боковых стволах. Дисбаланс давлений, приводит к перетоку воды и кольтмации нефтенасыщенных зон. Эффект микроконуса, формируется зона подтягивания воды при депрессии на забое [10; с. 56].

3. Усовершенствованная технологическая схема РБ.

Для устойчивого эффекта разработана интеллектуальная геолого-технологическая система радиального бурения, объединяющая геонавигацию, селективное вскрытие и методы изоляции (таблица 3).

Таблица 3.

Сравнение стандартной и усовершенствованной технологии РБ

Критерий	Стандартное РБ	Усовершенствованное РБ
Геомоделирование	Ограниченное	3D-моделирование с выделением водных зон
Контроль траектории	Отсутствует	Геонавигация в реальном времени
Рабочий агент	Вода	Реагенты (ПАВ, полимеры, пены)
Изоляция	Нет	Механическая и химическая (гели, саблеры)
Интеграция с МУН	Нет	Да, с химическими и термогазовыми методами

Применение 3D-моделирования позволяет осуществлять предиктивный выбор интервалов вскрытия, минимизируя риски интервенции обводненных зон.

Геонавигационный контроль обеспечивает точное позиционирование стволов в целевых продуктивных интервалах.

Использование реагентных систем направленного действия способствует снижению фазовых проницаемостей для воды и предотвращению кольтматации.

Комбинированные методы изоляции создают барьер для водопритоков, повышая селективность воздействия.

Интеграция с МУН позволяет не только временно изолировать воду, но и модифицировать фильтрационные характеристики пласта, обеспечивая долгосрочный эффект.

Расчеты показывают, что внедрение усовершенствованной технологии при увеличении капитальных затрат на 30-50%

повышает чистый экономический эффект в 4-5 раз.

Для типовой скважины месторождения «А» эффект увеличивается с 0,83 до 3,5-4,0 млрд сум при сохранении улучшенных показателей дебита в течение 6 месяцев [11; с. 162].

Выводы.

1. Радиальное бурение эффективно на длительно разрабатываемых месторождениях, однако нестабильно в условиях высокой обводненности.

2. Главная причина кратковременного эффекта - пересечение радиальными каналами водоносных зон и отсутствие селективной изоляции.

3. Усовершенствованная технология РБ, включающая геонавигацию, химическую и механическую изоляцию, а также интеграцию с МУН, обеспечивает долговременный эффект.

4. Экономический анализ подтверждает высокую рентабельность комплексного подхода и необходимость его внедрения на обводненных месторождениях, включая месторождения «А».

ЛИТЕРАТУРА

1. Асадов К.М., Алиев А.Н., Мамедова С.И. Проблемы разработки зрелых нефтяных месторождений с высокой обводненностью // Труды SOCAR. - 2021. - № 3. - С. 45-52. DOI: 10.5510/OGP20210300542.
2. Литвиненко В.С., Сергеев И.Б. Влияние геологической неоднородности на эффективность извлечения остаточных запасов // Записки Горного института. - 2020. - Т. 244. - С. 128–135. DOI: 10.31897/PMI.2020.4.428.
3. Гавура В.Е., Пименов В.В., Стрижнев В.В. Технология радиального бурения: опыт и перспективы разработки трудноизвлекаемых запасов // Нефтяное хозяйство. - 2019. - № 7. - С. 86-79. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-7-36-39.
4. Беляков А.Ю., Леушева Э.Л., Буслаев Г.В. Повышение эффективности радиального бурения в карбонатных коллекторах // Journal of Applied Engineering Science. – 2022. – Т. 20, № 1. – С. 212–219. DOI: 10.5937/jaes0-33859.
5. Сургучев М.Л., Горбунов А.Т., Мелихов В.М. Методы увеличения нефтеотдачи обводнённых коллекторов. - М.: Недра, 2018. - 118 с. DOI: 10.13140/RG.2.2.36523.54561.
6. Аль-Мумен А.А., Аль-Доссари К.А., Аль-Гарни А.М. Контроль подошвенного прорыва воды в горизонтальных и радиальных скважинах: имитационное исследование // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. - 2021. - Т. 11. - С. 117-123. DOI: 10.1007/s13202-021-01175-5.
7. Закиров С.Н., Индрупский И.М. Моделирование прорыва воды в скважинах сложной архитектуры // Нефтяное хозяйство. - 2017. - № 11. - С. 94-107. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-11-44-47.
8. Вахитов Р.Р., Губайдуллин А.А., Хакимзянов И.Н. Механизмы повреждения призабойной зоны пласта при операциях радиального бурения // Труды 7-й Международной конференции по промышленному инжинирингу. - 2020. - С. 105-115. DOI: 10.1007/978-3-030-22041-9_96.
9. Сидоров Д.Н., Черемисин А.Н. Механизмы снижения продуктивности скважин после операций радиального бурения // Journal of Physics: Conference Series. - 2019. - Т. 1384, № 1. - С. 143. DOI: 10.1088/1742-6596/1384/1/012015.
10. Экономидес М.Дж., Нольте К.Г. Интенсификация притока в добывающих скважинах. - 3-е изд. - Хобокен: John Wiley & Sons, 2000. - 56 с. DOI: 10.1002/9780470172758.
11. Абдель-Ааль Х.К., Аггур М.А., Фахим М.А. Подготовка нефти и газа на месторождении. - 2-е изд. - Бока-Ратон: CRC Press, 2016. - 162 с. DOI: 10.1201/b19830.

Jalilov Sh.N., Qilichov Z.Z., Rasulova N.F., Rajabboyeva M.X. Epixlorgidrin yordamida mochevina-formaldegid smolasini modifikatsiyalash asosida kompozitsion yog'och plita materiallar uchun kley olish texnologiyasi	205
Dustqobilov E.N., Yuldashev T.R. Qayta ishlanadigan tabiiy gazlarini gazsimon va dispers zarrachalardan ajralish samaradorli ko'rsatgichlarini tadqiqotlash	207
Omonov Z.J. Takomillashtirilgan ta'minlagichni mahsulot sifatiga va jin samaradorligiga ta'sirining tadqiqoti..12	
Асадова Х., Абдурахмонова С., Билалова Д. Оптимизация технологии радиального бурения для повышения эффективности разработки обводненных месторождений	218
Jalilov Sh.N., Amonov M.R., Rasulova N.F. Mochevino–formaldegid smolasini epixlorgidrin va melamin asosida modifikatsiyalash orqali olingan yelimlovchi kompozitning sintez va IQ tahlilini o'rganish	221
Qurbonov A.R., Yusupov F.M., Raximov X.Yu. Gaz quvurlari uchun yaratilgan korroziyaga qarshi samarali tarkibni olish texnologiyasini ishlab chiqish	224

7. Вести из лаборатории

Негматов С.С., Холматов Э.А., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Косимов Ш.Б., Халимжанов Т.С. Исследование триботехнических характеристик композиционных полимерных материалов при трении с хлопком-сырцом	227
Abdullayev A.X. Plug lemexining ishchi yuzasiga yeyilishbardosh qoplama qoplash bilan ish unumdorlikni oshirish	228
Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Курбонов У.М., Негматова К.С., Негматов С.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Исследование структуры, химического состава и физико-химических свойств органо-неорганических ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств для создания химических композиционных флотореагентов–вспенивателей	231
Якубов М.М., Джумаева Х.Ю. Флотационное обогащения руд месторождения Ёшлик I от крупности питания	234
Намозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Саидкулов С.А., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Дусмуродов Э.Б. Исследование характеристики отдельных фракций госсиполовой смолы, физико-химические свойства аминоспиртов и разработка ингибиторов коррозии на их основе	236
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Мардонакулов Ш.О. Аналитика процесс насыщения сплава алюминия с газовыми включениями	238
Maksudxo'jayeva M.S. Temir metall lomidan temir kuporos ishlab chiqarish	240
Маматов Б.А., Исломов Ш.А., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Негматов С.С., Ибодуллаев Т.Н., Туляганова В.С., Бозорбоев Ш.А. Технологические оборудование для изготовления акустических композиционных полимерных материалов, содержащих природные наполнители с открыто-пористой и волокнистой структурой	241
Негматов С.С., Бабаханова М.А., Рахимов Х.Ю., Саидкулов С.А., Намозов С.С. Композицион лок-бўёк ва унинг асосидаги материалнинг иссиқликка чидамлигини ўрганиш	243
Негматова К.С., Негматов С.С., Субанова З.А., Бозоров А.Н. Металлургия саноати техноген чиқиндиларидан ренийни ажратиш олишда ишлаб чиқилган композицион ион алмашувчи сорбентларни саноат миқёсида қўллаш механизми	244
Sadullayeva G.B., Ibragimova M.R. 1,2,4-triazol hosilalarining kompleks birikmalari sintezi va biologik ahamiyati	245
Yaxshieva Z.Z., Sobirova Z.O. Cr(III) ionini 5-metoksi-2-nitrozofenol bilan konservalangan mahsulotlarda xromoamperometrik usul ishlab chiqish	248
Нуруллаев Ш.П., Рузметов И., Саидмирзаева Д.Б., Турдимуродова М.М., Маматов А.М. Математическая модель получения композиционного адсорбента на основе отходов древесного волокна и роторного шлака	250
Jalilov Sh.N., Amonov M.R. Study and analysis of polymeric binders used in wood-based panel production and their limitations	253