



Научная статья
УДК 622.276.4
<https://doi.org/10.37493/2308-4758.2026.1.8>

СОХРАНЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТА ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО НИЗКОГО ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Рамиз Алиджавад-оглы Гасумов^{1*},
Эльдар Рамизович Гасумов²,
Юлианна Константиновна Димитриади³
Наталья Григорьевна Федорова⁴

- ^{1,3,4} Северо-Кавказский федеральный университет (д. 1, ул. Пушкина, Ставрополь, 355017, Российская Федерация)
² Азербайджанский технический университет, (д. 25, пр. Г. Джавида, Баку, Азербайджанская Республика)
² Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (д. 36, просп. Азадлыг, Баку, Азербайджанская Республика)
¹ R.Gasumov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4700-2391>
² e.gasumov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2704-0523>
³ iudimitriadi@ngfu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6807-9427>
⁴ fng8@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0383-3134>
* Автор, ответственный за переписку

Аннотация.

В работе рассмотрены особенности этапа заканчивания при строительстве скважин в условиях аномально низкого пластового давления (АНПД). Для получения гидродинамической связи с продуктивным пластом и обеспечения герметичности объекта особое требование предъявляется качеству заканчивания скважин при ее строительстве. Надёжность и качество строительства скважин являются взаимосвязанными, пересекаются по некоторым критериям оценки, и провести чёткую границу между этими показателями не всегда возможно. Рассмотрены возможные пути предотвращения снижения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) продуктивного пласта, за счёт использования пенообразующих блокирующих составов с наполнителем (ПБСН). Выделены и сгруппированы основные аспекты, обеспечивающие способность скважин выполнять целевое назначение. Обобщены показатели надёжности и качества в строительстве скважин для добычи УВ в условиях АНПД. Определены основные показатели для оценки качества заканчивания скважин в условиях АНПД для предотвращения снижения ФЕС продуктивного пласта. Разработаны составы и выбраны компоненты ПБСН, с учётом их взаимодействия в составе жидкости для достижения максимального эффекта в пластовых условиях. Обосновано, что использование наполнителей в составе ПБСН позволяет в при-

забойной зоне пласта (ПЗП) создавать малопроницаемую фильтрационную корку, которая предотвращает поглощение бурового/тампонажного раствора (БТР) продуктивным пластом при различных операциях заканчивания скважин в условиях АНПД. Изложена и доказана эффективность формирования блокирующего экрана в ПЗП и ее зависимость от правильности подбора фракционного состава наполнителя для закупоривания трещинно-порового пространства пород на входе в ПЗП. Предложены технология и составы с применением ПБСН для предварительного блокирования ПЗП на этапе заканчивания в процессе строительства скважин.

Ключевые слова: строительство скважин, АНПД, заканчивание скважин, коллекторские свойства, промылочные жидкости, пенообразующие составы, наполнители, блокирование ПЗП

Для цитирования: Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р., Димитриади Ю.К., Федорова Н.Г. Сохранение коллекторских свойств пласта при заканчивании скважин в условиях аномально низкого пластового давления // Наука. Инновации. Технологии. 2026. № 1. С. 193-213. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2026.1.8>

Конфликт интересов: доктор технических наук наук, профессор Р.А. Гасумов, доктор технических наук, профессор Н.Г. Федорова и кандидат технических наук, доцент Э.Р. Гасумов являются членами редакционной коллегии журнала «Наука. Инновации. Технологии». Авторам неизвестно о каком-либо другом потенциальном конфликте интересов, связанном с этой рукописью.

Статья поступила в редакцию 10.10.2025;
Одобрена после рецензирования 15.12.2025;
Принята к публикации 16.02.2026.

2.8.4. Development and operation of oil and gas fields (Technical sciences) Research Article

Preservation of reservoir properties during well completion under abnormally low reservoir pressure

Ramiz A. Gasumov^{1*},
Eldar R. Gasumov²,
Yulianna K. Dimitriadi³
Natalia G. Fedorova⁴

^{1, 3, 4} North-Caucasus Federal University (1, Pushkin St., Stavropol, 355017, Russian Federation)

² Azerbaijan Technical University (25, Huseyn Javid Ave., Baku, Azerbaijan Republic)

² Azerbaijan Technical University, (25, G. Javid Ave., Baku, Azerbaijan Republic)

- ¹ R.Gasumov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4700-2391>
² e.gasumov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2704-0523>
³ iudimitriadi@ngfu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6807-9427>
⁴ fng8@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0383-3134>
* Corresponding author

Abstract.

The paper examines specific aspects of the completion stage during well construction under abnormally low reservoir pressure (ALRP). To establish hydrodynamic communication with the productive formation and ensure the integrity of the well, the quality of well completions is particularly important during the construction. Well reliability and quality are interrelated and overlap according to certain evaluation criteria, making it difficult to clearly distinguish between these two indicators. Possible ways to prevent these issues through the use of foam-forming blocking compounds with filler (FBCF). Key aspects that ensure the ability of the well to perform its intended purpose are identified and grouped. Reliability and quality indicators in hydrocarbon well construction under ALRP conditions are summarized. Key indicators for assessing well completion quality under ALRP conditions are defined to prevent a decrease in the filtration and capacity properties of the reservoir (PRP). FBCF compositions have been developed and components selected, taking into account their interaction within the fluid to achieve maximum performance under reservoir conditions. It is demonstrated that the use of fillers in PBSN allows for the creation of a low-permeability filter cake in the near-wellbore zone (BWZ), preventing the absorption of biomass by the productive formation during various completion operations during well construction under abnormal pressure conditions. The effectiveness of forming a blocking screen in the BWZ and its dependence on the correct filler size selection for sealing all fractured pores at the BWZ entrance are presented and demonstrated. A technology and compositions for preliminary blocking of the BWZ during the completion stage of well construction using PBSN are proposed.

Keywords:

well construction, abnormally low reservoir pressure, well completion, reservoir properties, drilling fluids, foaming compounds, fillers, blocking of the bottomhole zone

For citation:

Gasumov RA, Gasumov ER, Dimitriadi YuK., Fedorova N.G. Preservation of reservoir properties during well completion under abnormally low reservoir pressure // *Science. Innovations. Technologies.* 2026;(1):193-213. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2026.1.8>

Conflict of interest:

R.A. Gasumov, Dr. Sci. (Engin.), Professor, N.G. Fedorova, Dr. Sci. (Engin.), Professor, and E.R. Gasumov, Cand. Sci. (Engin.), Associate Professor are members of the editorial board of the journal "Science. Innovations. Technologies." The authors are not aware of any other potential conflicts of interest related to this manuscript..

The article was submitted 10.10.2025;
Approved after reviewing 15.12.2025;
Accepted for publication 16.02.2026.

Введение

Скважина для добычи пластового флюида относится к сложным подземным геотехническим сооружениям, основной задачей которого является обеспечение извлечения углеводородного (УВ) сырья из пласта, путём подъёма флюида (нефти, газа и др.) на поверхность. Этап заканчивания скважин в процессе ее строительства является определяющим для получения гидродинамической связи с продуктивным пластом и обеспечения герметичности объекта и включает ряд технологических операций: вскрытие продуктивных интервалов, крепление и освоение скважины, а также вторичное вскрытие пластов перфорацией. В связи с этим к этапу заканчивания скважины предъявляются особые требования, так как от качества выполнения этих операций зависит надёжность объекта [1–5]. Надёжность и качество строительства скважин для добычи УВ являются взаимосвязанными и пересекаются по некоторым критериям оценки, поэтому провести чёткую границу между показателями надёжности и качества не всегда возможно [6]. Как известно, если способность скважины выполнять целевое назначение характеризует ее надёжность, то степень соответствия производственного процесса строительства скважины требованиям проектных решений оценивается как ее качество [7–12]. Параметры, обеспечивающие способность подземного инженерного сооружения достичь целевое назначение и сохранить работоспособность в определённый период, квалифицируется как надёжность скважины. Основные аспекты надёжности и качества скважин можно сгруппировать, как отражено на рисунке 1 [6, 13–17, 18].

Можно обобщить показатели надёжности и качества в строительстве скважин для добычи УВ [6, 13–17] (рис. 2). Достижение проектных показателей при строительстве скважин в условиях АНПД во многом определяется качеством выполнения отдельных операций (вскрытие пластов бурением – первичное и перфорацией – вторичное, крепления и освоения скважины) в заключительном этапе строительства объекта [7].

Управление гидродинамическими процессами в системе «скважина – пласт» и физико-химическими процессами в ПЗП происходит, когда определяющая роль отводится правильности выбора типа и параметров промывочной жидкости [7]. Влияние промывоч-

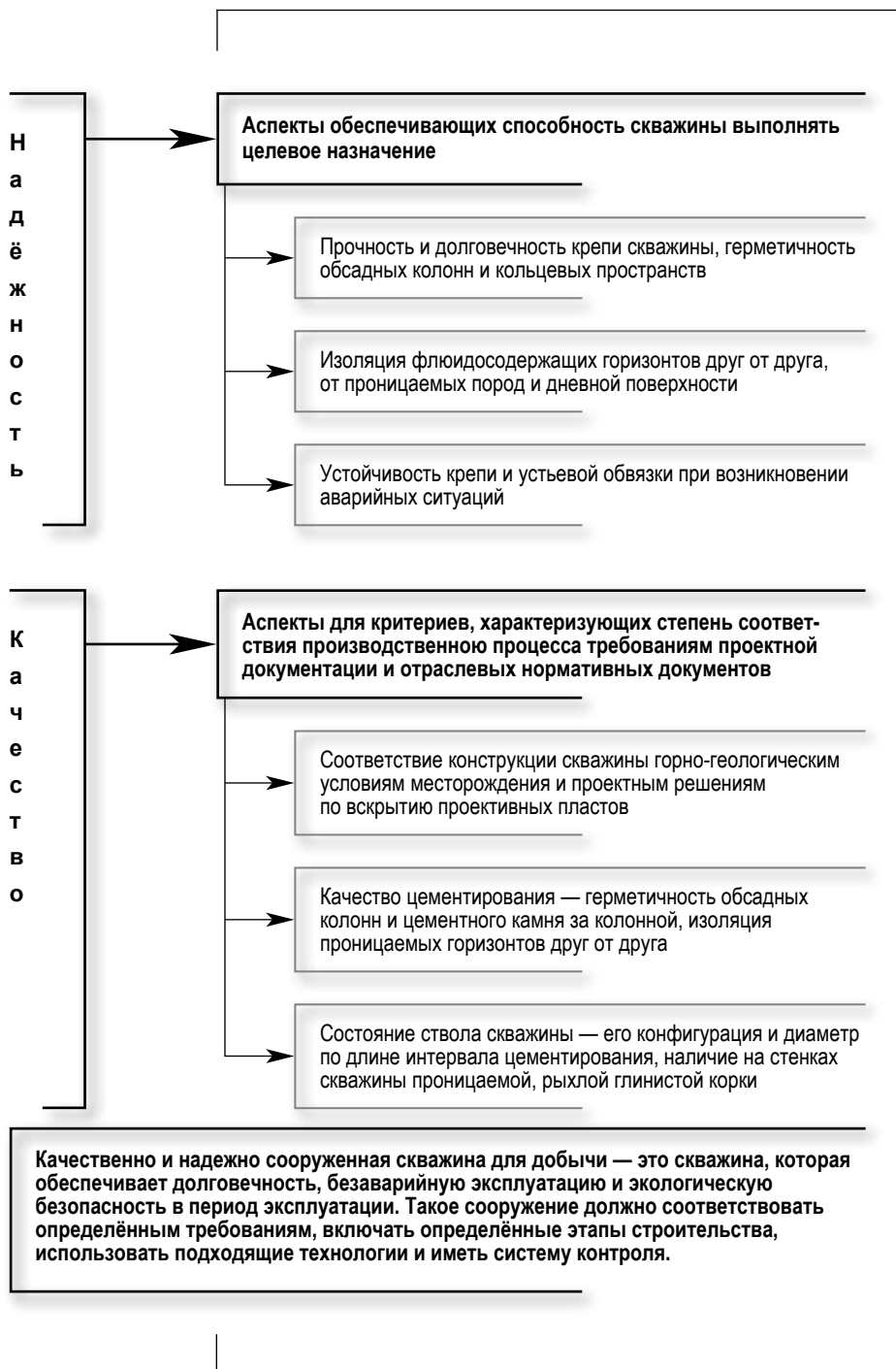


Рис. 1.

Основные аспекты надёжности и качества скважин.

Fig. 1. Key aspects of well reliability and quality.

Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

ной жидкости в ПЗП под действием гидродинамического давления оценивается степенью проникновения БТР (твёрдые компоненты и фильтрация) в глубину продуктивного пласта, что приводит к изменению ФЕС пласта-коллектора и снижению его проницаемости [5, 3, 19, 20]. Данное обстоятельство имеет особое значение при заканчивании скважин в условиях АНПД. В связи с этим для сохранения коллекторских свойств продуктивного пласта и обеспечения герметичности объекта при строительстве скважин в условиях АНПД возникает необходимость совершенствования технологии ее заканчивания.

Для решения этих проблем перспективным является разработка и внедрение новых составов технологических жидкостей и способы их применения. Применение технологии временного блокирования ПЗП в условиях АНПД с использованием пенообразующих блокирующих составов с наполнителем (ПБСН) является инновационным решением и направлено на повышение качества строительства скважин.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования является скважина для добычи углеводородов, которая относится к сложным подземным геотехническим сооружениям, основная задача которого состоит в обеспечении извлечения пластового флюида – сырья из продуктивной залежи – путём его (нефти, газа и др.) подъёма на поверхность. Для исследования процессов при строительстве скважины используется комплекс методов, включающий: теоретические и лабораторные исследования; экспериментальное обоснование выбора компонентов блокирующего состава, изучение свойств гелированных блокирующих систем на основе пластовых УВ; полевые испытания.

Результаты исследований и их обсуждение

При разработке месторождений УВ от качества строительства скважин зависит эффективность и долговечность эксплуатации объекта, т. е. продуктивного пласта. Для обеспечения рационального и полного извлечения УВ из недр, и минимизации неоправданных потерь в пластах при эксплуатации месторож-

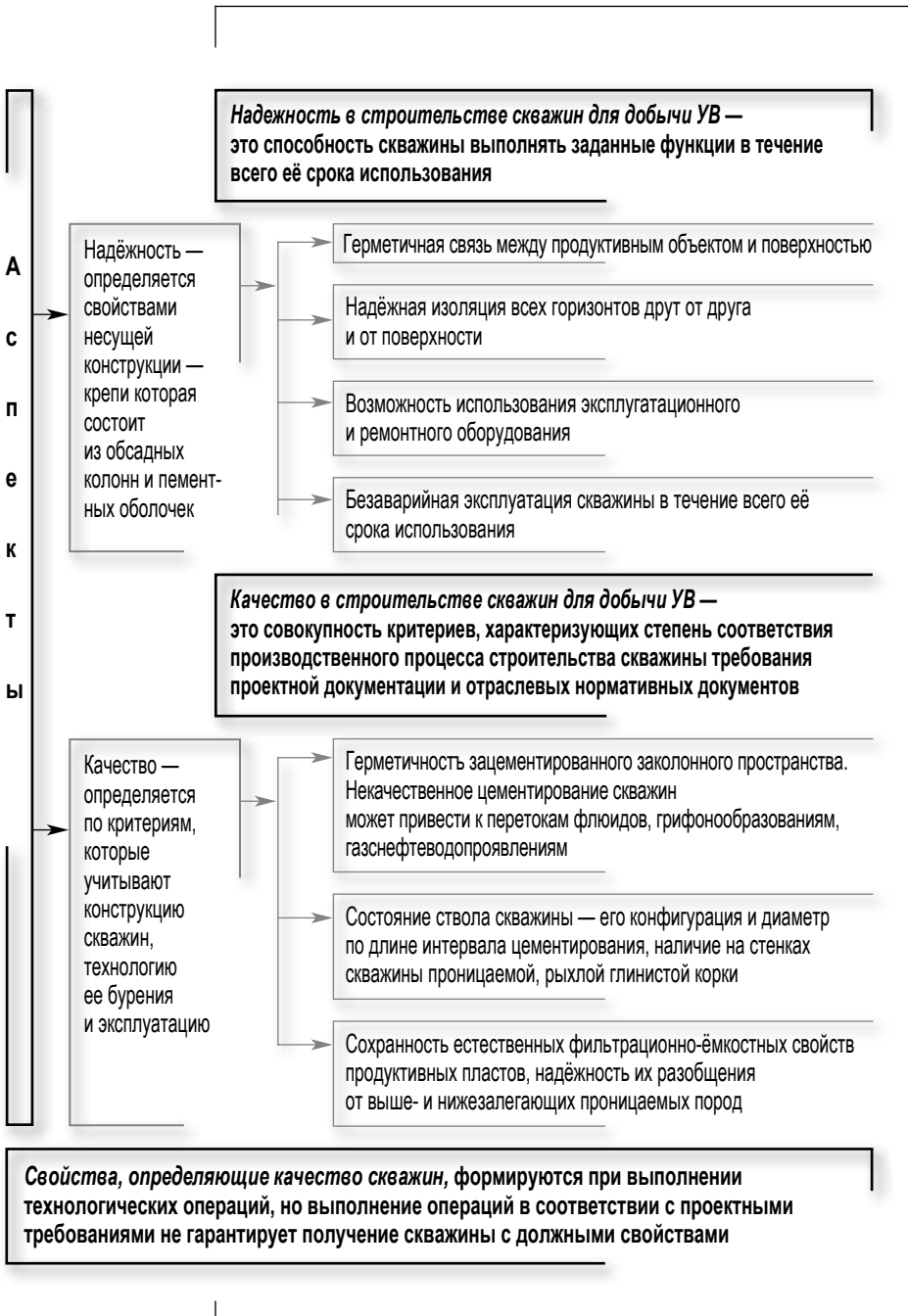


Рис. 2.

Показатели надёжности и качества в строительстве скважин для добычи УВ.

Fig. 2. Reliability and quality indicators in the construction of hydrocarbon wells.

Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

дений особое значение имеет скважина, выполняющая функции доступа к УВ, их извлечение из продуктивной залежи и дальнейшего подъёма на поверхность земли. Качественно и надёжно сооружённая скважина позволяет максимизировать экономическую привлекательность месторождения УВ, обеспечить безопасность и минимизировать риски и негативное влияние на окружающую среду [1, 3, 5, 20–23].

Основными факторами, влияющими на качество строительства скважин, являются горно-геологические условия, в том числе аномальное пластовое давление и температура, минерализация пластового флюида, агрессивная среда и др. Также существенное влияние оказывают способы заканчивания скважин. Как отмечают некоторые авторы, в цикле строительства скважины этап её заканчивания является определяющим надёжность и качество скважины в целом. На этом этапе формируется, кроме герметичности и надёжности объекта, также гидродинамическое совершенство системы “скважина-пласт” и в результате создается качественный канал (ствол скважины) связи продуктивных залежей УВ с устьем скважины.

Для оценки качества выполнения этапа заканчивания скважин при ее строительстве были определены основные показатели и их взаимодействия между собой [3, 5, 24–26] (рис. 3).

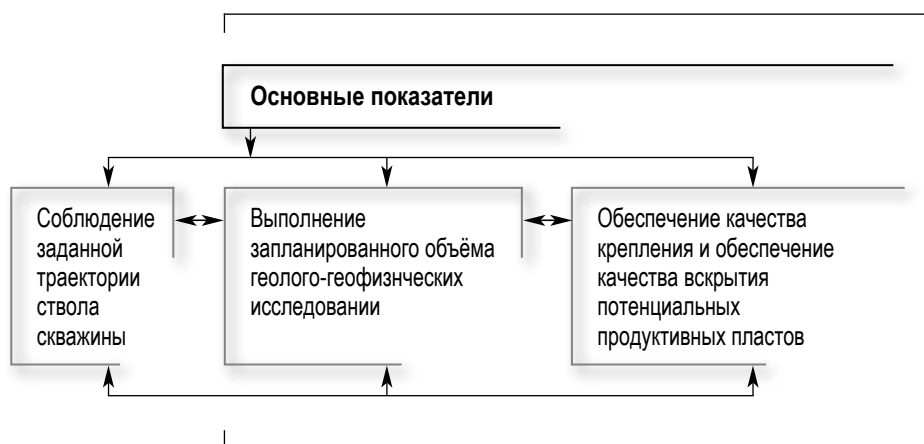


Рис. 3. Основные показатели для оценки качества заканчивания скважин.

Fig. 3. Key indicators for assessing well completion quality.

Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

Обеспечение качества скважин в осложненных горно-геологических условиях во многом зависит от грамотного выбора способа ее заканчивания. Эта задача особенно актуальна при строительстве скважин в условиях аномально низких пластовых давлений, высокопроницаемых хорошо цементированных песчаников и карбонатов, трещиновато-кавернозных поглощающих пластов [20].

Одним из перспективных направлений управления гидродинамическими процессами при воздействии на продуктивные пласты во время их первичного и вторичного вскрытия, крепления скважины являются методы предварительного блокирования ПЗП специальными технологическими жидкостями [19, 20, 23]. Данный способ предусматривает временное блокирование продуктивного пласта путём закачки в зону перфорации в интервале продуктивного пласта пенообразующего блокирующего состава с наполнителем (ПБСН), который закупоривает ПЗП, не проникая глубоко в пласт и препятствуя проникновению БТР и их фильтратов в пласт [20, 21, 27].

Для блокирования ПЗП в условиях АНПД нами были разработаны и нашли широкое применение некоторые составы с высокими блокирующими свойствами и значительным сопротивлением движению в пористой среде, а также возможность деблокирования ПЗП при низких депрессиях в процессе вызова притока и освоении скважины.

Сохранение коллекторских свойств пласта при заканчивании скважин в условиях АНПД требует применения специальных технологий и составов жидкостей, с учётом горно-геологических условий пласта. Выбор такого подхода связан с низким энергетическим потенциалом пластов, которые не способны создать достаточное сопротивление проникновению в них (поглощению) технологических жидкостей. Для управления гидродинамическими процессами при воздействии промывочной жидкости на ПЗП предложена математическая модель [7, 19, 20]. А также разработаны технология и составы специальных блокирующих жидкостей для применения в условиях АНПД [8, 24].

Учитывая, что при креплении скважин в ПЗП происходят гидродинамические перепады давления в системе «скважина – пласт»

возникает необходимость предотвратить проникновение БТР, особенно нерастворимых твёрдых частиц, в продуктивный пласт и снижение его ФЕС.

Временное блокирование интервала продуктивного пласта в процессе крепления скважин предусматривает перед спуском и креплением эксплуатационной колонны закачку в зону ПЗП блокирующей жидкости ПБСН, которая закупоривает коллектор, создавая «зоны сопротивления», и предотвращает проникновение в него БТР и их фильтратов [6, 9]. Сформированная на стенке скважины в интервале продуктивного пласта «зона сопротивления» предотвращает разрушения структуры пласта-коллектора под воздействием гидродаров, возникающих в результате перепада гидродинамического давления в системе «скважина-пласт» [5, 21].

Использование наполнителей в составе ПБСН позволяет в ПЗП создавать малопроницаемую фильтрационную корку, которая предотвращает поглощение жидкостей продуктивным пластом. Качество формирования блокирующего экрана зависит от правильности подбора фракционного состава наполнителя для закупоривания всего трещинно-порового пространства пород на входе ПЗП [5, 28–30].

Для предварительного блокирования ПЗП при заканчивании скважин разработана блокирующая жидкость ПБСН, которая включает водный раствор хлорида кальция (ХК), лигносульфонатный (ЛС) реагент и углеводородную жидкость (УВЖ) и наполнитель растительного происхождения (НРП). В качестве УВЖ могут быть использованы газоконденсат или дизтопливо или нефть, с учётом параметров пластового флюида. Выбор компонентов ПБСН аргументируется с учётом их взаимодействия в составе жидкости для достижения максимального эффекта в пластовых условиях [3, 5, 22, 23].

Разработан состав ПБСН, который широко применяется при бурении и ремонте скважин, состоит из 25%-го раствора ЛС, стабилизатора пены – УВЖ и водной фазы – раствора ХК плотностью 1180–1200 кг/м³ в объёмном соотношении 1:1:3. Содержание твёрдой фазы – НРП находится в пределах 3–7% от объёма ПБСН [31].

Временное блокирование ПЗП с применением ПБСН в интервале продуктивного пласта рекомендуется не только перед спуском и цементированием эксплуатационной колонны, но и перед прове-

Таблица 1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ ПЕНООБРАЗУЮЩЕГО БЛОКИРУЮЩЕГО СОСТАВА С НАПОЛНИТЕЛЕМ
Table 1. Justification for the selection of components of the foam-forming blocking composition with a filler

Компо- ненты	Аргументация	Взаимодействия с другими компонентами
ЛС	Коллоидные комплексы ЛС адсорбируются на поверхности раздела водный раствор – воздух, ориентируясь гидрофобными концами в сторону воздушных пузырьков, а гидрофильными – в водный раствор, образуют прочную плёнку, окружающую пузырьки воздуха и препятствующую истечению жидкости из пены (выполняют роль твёрдого эмульгатора)	Образующие в воде коллоидные растворы, сравнительно легко высаливаются ХК, формирующие комплексные соединения, представляют собой новую коллоидную фазу. Добавление в систему УВЖ приводит к образованию гидрофильной эмульсии (дисперсионная среда – водный раствор), где образуется коллоидные комплексы адсорбционный слой эмульгатора с гелеобразной структурой. При вспенивании системы образуются две дисперсные фазы – воздух и УВЖ
хк	Хлористый кальцин в составе, кроме функции коллоидного высаливания ЛС, а также является антифризом, понижая температура замерзания жидкости	
УВЖ	Выполняет задачи, связанные с сохранением коллекторских свойств продуктивного пласта и предотвращением негативного воздействия на него. Исключает водной блокады – реагенты не вызывают капиллярных явлений и набухания глинистых пород; сохранение фазовой проницаемости ПЗП по УВЖ; исключает набухания глинистых минералов пласта, образования нерастворимых осадков при контакте с пластовыми водами, коррозии металлического оборудования; сохраняет смачиваемости в гидрофильных коллекторах	
НРП	Приводит к образованию пеноэмульсии с высокой устойчивостью, стабильностью и низким вододеления	

Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

Таблица 2. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ПБСН
Table 2. Foaming blocking composition with filler

Ингредиенты	Мас. ч.	Функции реагента
Лигносульфат (ЛС)	4–20	Пенообразователь
Углеводородная жидкость (УВЖ)	12–31	Стабилизатор пены
Наполнитель растительного происхождения (НРП)	3–10	Твёрдая фаза смесь наполнителя
Хлорида кальция (плотность 1120–1280 кг/м ³)	остальное	Водный раствор

Наполнитель, это твёрдой фазы смесь измельчённых ростков трёхдневного ячменя с порошкообразным ЛС реагентом, выбранным из группы: ЛС технический, конденсированная сульфит-спиртовая барда (КССБ), феррохромлигносульфонат (ФХЛС), лигназ, в соотношении, мас. ч., равном 1:0,5–2,0 соответственно, а водный раствор хлорида кальция плотностью 1120–1280 кг/м³ при следующем соотношении ингредиентов. В качестве пенообразователя, на основе водного раствора ЛС реагента он содержит водный раствор плотностью 130 кг/м³, выбранного из группы: ЛС технический, КССБ, ФХЛС, лигназ.

Источник: составлено авторами. Source: compiled by the authors.

дением в скважине ремонтных работ для предотвращения возможного поглощения БТР, кольматации пласта-коллектора и ухудшения его ФЕС. Благодаря обоснованному подбору свойств ПБСН при блокировании ПЗП создаётся прочный закупоривающий экран («зона сопротивления») с высоким гидравлическим сопротивлением в системе «скважина – пласт», для разрушения которого необходимо существенное превышение давления на забое над пластовым (ΔP), которое можно определить следующим образом [5]:

$$\Delta P = \frac{\eta Q}{2\pi k h_T} \cdot \ln \frac{R_k}{r_c}$$

где η – коэффициент структурной вязкости блокирующего агента, Па·с;
 Q – объемный расход блокирующего агента, м³/с;
 k – коэффициент проницаемости породы пласта, м²;
 h_T – толщина продуктивного пласта, м;
 R_k – контур питания пласта, м;
 r_c – радиус скважины, м.

С учётом этих требований выбирается компонентный состав блокирующей жидкости и технология их применения, с учётом скважинных условий [5].

Заключение

Для сохранения коллекторских свойств продуктивного пласта в различных операциях на этапе заканчивания скважин предложен комплексный инновационный подход, включающий анализ методов для выбора типа и параметров жидкостей и технологий, предусматривающих временное блокирование ПЗП в условиях АНПД. Установлено, что низкий энергетический потенциал продуктивных пластов и их неспособность создать достаточное сопротивление в системе «скважина – пласт» поглощению БТР на этапе заканчивания скважин является основной причиной ухудшения ФЕС, загрязнения продуктивной залежи и разрушения пласта-коллектора под действием гидродинамического давления в скважине.

Использование технологии временного блокирования ПЗП и высокоэффективных рецептур ПБСН позволяет в интервале продуктивного пласта сформировать за счет НРП прочный плотный закупоривающий экран и предотвратить снижение ФЕС пласта-коллектора и разрушение их структуру.

Список источников

1. Gasumov E. R. Technical and economic assessment of the development of a software complex for construction of wells in hydrocarbons fields // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2024. No. 4(1) P. 32–40. <https://doi.org/10.17513/vaael.3326>.
2. Гасумов Р. А. Особенности заканчивание скважин в условиях аномально низких пластовых давлений // Успехи современного естествознания. 2008. №6. С. 76–78. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=10113>.
3. Gasumov E. R., Gasumov R. A. Estimation of the hydrodynamic perfection of the well-reservoir system at the stage of opening a productive reservoir // Geology and Geophysics of Russian South. 2023. No. 13(4). P. 108–123. <https://doi:10.46698/VNC.2023.58.47.009>.
4. Минханов И. Ф., Долгих С. А., Варфоломеев М. А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. Казань: Казанский федеральный университет. 2019. 96 с.
5. Vassiliou M. Historical dictionary of petroleum industry; 2nd edition. USA, Rowman & Littlefield Press, 2018, 593 p.
6. Иктисанов В. А. Описание установившегося притока жидкости к скважинам различной конфигурации и различным частичным вскрытием // Записки Горного института. 2020. Т. 243. С. 305-312. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.3.305>.
7. Балаба В. И. Концепция управления качеством при строительстве скважин // Бурение и нефть. 2010. №4. С. 58–61.
8. Федорова Н.Г. и др. Качество – как цель строительства скважин / Н.Г. Федорова, Ю.К. Димитриади, И.В. Мурадханов, С.А. Каверзин // Булатовские чтения. 2022. Том 1. С. 477–482.
9. Василенко И. Р., Кузьмин Б. А., Дяченко А. И., Гришко В. И.

Методы повышения надежности эксплуатации скважин // Территория Нефтегаза. 2006. № 12. С. 50–52.

10. Ахмадуллин Э. А. Как измерить качество бурения и КРС? М., 2022. 234 с.
11. Тихонов А. С., Ковалев А. В. Анализ конструкций нефтяных и газовых скважин с целью выявления перспективных направлений дальнейших исследований // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333. № 3. С. 126–143. <https://doi.org/10.18799/24131830/2022/3/3492>.
12. Гасумов Р. А., Гасумов Э. Р. Сохранение фильтрационно-ёмкостных свойств продуктивных пластов при их временной изоляции // Геология и геофизика Юга России. 2025. Т. 15. № 2. С. 180–195. <https://doi.org/10.46698/VNC.2025.39.56.001>.
13. Мардашов Д. В. Разработка блокирующих составов с кольматантом для глушения нефтяных скважин в условиях аномально низкого пластового давления и карбонатных пород-коллекторов // Записки Горного института. 2021. Т. 251. № 5. С. 667–677.
14. Савинов С. О. Особенности заканчивания скважин в условиях аномально низких пластовых давлений // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума им. академика М. А. Усова (Томск, 03–07 апреля 2017 г.). Томск: Из-во Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2017. Т. 2. С. 528–529.
15. Аманов М. А., Ишангулыев Г. А. Применение облегчённых жидкостей для глушения и капитального ремонта скважин в условиях аномально низких пластовых давлений // Молодой учёный. 2016. № 10(114). С. 117–123.
16. Петров Н. А., Давыдова И. Н. Подбор пенообразующих композиций для освоения скважин // Электронный журнал. Нефтегазовое дело. 2010. № 2. С. 1–22. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ogbus.ru>. (Дата обращения: 12.09.2025).
17. Фурсин С. Г., Григулецкий В. Г. О заканчивании скважин в условиях контролируемой депрессии на пласт // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2014. № 2. С. 31–37.

18. Ахмадуллин Э. А. Квалиметрия работ по КРС // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2023. №5 (365). С. 60–63. [https://doi.org/0.33285/0130-3872-2023-5\(365\)-60-63](https://doi.org/0.33285/0130-3872-2023-5(365)-60-63).
19. Гасумов Р. А., Гасумов Э. Р. Математическая модель закачки вязкоупругих составов в продуктивный пласт // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. №3. С. 218–228. <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/3/3791>.
20. Никитин В. И. Математическое моделирование проникновения фильтрата буровой промывочной жидкости в призабойную зону пласта с учётом вязкопластичных свойств нефти // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. №3. С.130–137. <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/3/3760>.
21. Гасумов Р. А., Гасумов Э. Р. Особенности проведения ремонтно-восстановительных работ в газовых скважинах месторождений Западной Сибири, находящихся на стадии падающей добычи // Наука. Инновации. Технологии. 2023. №2. С. 177–190. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2023.2.7>.
22. Рогов Е. А. Исследование проницаемости призабойной зоны скважин при воздействии технологическими жидкостями // Записки Горного института. 2020. Т. 242. С. 169–173. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.2.169>.
23. Сингуров А. А. Физико-химическая структура технологических полимергелевых жидкостей для блокирования продуктивного пласта в условиях АНПД // Нефтяная провинция. 2023. №1(33). С. 197–208. <https://doi.org/10.25689/NP.2023.1.197-208>.
24. Бачурина О. В., Карпов А. А., Вахрушев С. А. Исследование эмульгаторов для приготовления инвертных эмульсий, применяемых в качестве блок-пачек при глушении скважин // Вестник магистратуры. 2015. №4(43). Том I. С. 34–41.
25. Islamov Sh.R., Bondarenko A.V., Mardashov D.V. Substantiation of a well killing technology for fractured carbonate reservoirs // Youth Technical Sessions Proceedings: VI Youth Forum of the World Petroleum Council – Future Leaders Forum. – London: CRC Press / Taylor & Francis Group -2019. P. 256–264.

26. Гасумов Р. Р. [и др.] Наполнители растительного происхождения к блокирующим составам для глушения скважин / Р. Р. Гасумов, И. Л. Осадчая, В. Г. Копченков, С. Б. Бекетов // Наука. Инновации. Технологии. 2017. №3. С. 127–140.
27. Гасумов Р. А., Тагиров О. К., Каллаева Р. Н., Липчанская Т. А., Гейхман М. Г., Зиновьев И. В. Патент РФ №2208036 С09К Е21В. 10.06.2003. Пенообразующий состав для глушения скважин.
28. Volkov V., Turapin A., Ermilov A. et al. Experience of Gas Wells Development in Complex Carbonate Reservoirs in Different Stages of Development // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22–24 October 2019, Moscow, Russia Society of Petroleum Engineer. 2019. SPE-196915-MS. <https://doi.org/10.2118/196915-MS>.
29. Islamov Sh.R., Bondarenko A.V., Korobov G.Y., Podoprigora D.G. Complex algorithm for developing effective kill fluids for oil and gas condensate reservoirs // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. Vol. 10. No.1. P. 2697–2713.
30. Xinong Xie, Jiu Jimmy Jiao, Zhonghua Tang, Chunmiao Zheng. Evolution of abnormally low pressure and its implications for the hydrocarbon system in the southeast uplift zone of Songliao basin, China // AAPG Bulletin. China. 2003. Vol. 87. No. 1. P. 99–119. <https://doi.org/10.1306/080602870099>.
31. Уляшева Н. М., Леушева Е. Л., Галишин Р. Н. Разработка композиции бурового раствора для проводки наклонно направленного ствола скважины с учетом реологических параметров жидкости // Записки Горного института. 2020. Т. 244. С. 454–461. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.8>.

References

1. Gasumov ER. Technical and economic assessment of the development of a software complex for construction of wells in hydrocarbons fields. Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2024;4(1):32-40. <https://doi.org/10.17513/vaael.3326>.
2. Gasumov RA. Features of well completion under conditions of abnormally low reservoir pressures. Advances in modern nat-

- ural science. 2008;(6):76-78. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=10113>. (In Russ.).
3. Gasumov ER, Gasumov RA. Estimation of the hydrodynamic perfection of the well-reservoir system at the stage of opening a productive reservoir. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2023;13(4):108-123. <https://doi.org/10.46698/VNC.2023.58.47.009>. (In Russ.).
 4. Minkhanov IF, Dolgikh SA, Varfolomeev MA. Development of oil and gas fields. Kazan: Kazan Federal University; 2019. 96 p. (In Russ.).
 5. Vassiliou M. Historical dictionary of petroleum industry; 2nd edition. USA, Rowman & Littlefield Press; 2018. 593 p.
 6. Iktisanov VA. Description of the steady-state fluid inflow to wells of various configurations and various partial openings. *Notes of the Mining University*. 2020;(243):305-312. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.3.305>. (In Russ.).
 7. Balaba VI. Concept of quality management in well construction. *Drilling and Oil*. 2010;(4):58-61. (In Russ.).
 8. Fedorova NG, Dimitriadi YuK, Muradkhanov IV, Kaverzin SA. Quality as the goal of well construction. *Bulatovskie chtenie*. 2022;(1):477-482. (In Russ.).
 9. Vasilenko IR, Kuzmin BA, Dyachenko AI, Grishko VI. Methods for Improving Well Operation Reliability. *Oil and Gas Territory*. 2006;(12):50-52. (In Russ.).
 10. Akhmadullin EA. How to Measure Drilling and Workover Quality? Moscow; 2022. 234 p. (In Russ.).
 11. Tikhonov AS, Kovalev AV. Analysis of oil and gas well structures to identify promising areas for further research. *Bulletin of Tomsk Polytechnic University, Georesources Engineering*. 2022;333(3):126–143. <https://doi.org/10.18799/24131830/2022/3/3492>. (In Russ.).
 12. Gasumov RA, Gasumov ER. Preservation of reservoir properties of productive formations during their temporary isolation. *Geology and Geophysics of Southern Russia*. 2025;15(2):180–195. <https://doi.org/10.46698/VNC.2025.39.56.001>. (In Russ.).
 13. Mardashov DV. Development of blocking compositions with colmatant for killing oil wells under conditions of abnormally low reservoir pressure and carbonate reservoir rocks. *Zapiski*

- Gornogo Instituta. 2021;251(5):667-677. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=47558618>. (In Russ.).
14. Savinov SO. Features of well completion under conditions of abnormally low reservoir pressure. Problems of Geology and Subsoil Development: Proceedings of the XXI International Symposium named after Academician MA Usov (Tomsk, April 3-7, 2017). Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University; 2017. Vol. 2. P. 528-529. (In Russ.).
 15. Amanov MA, Ishangulyev GA. Use of lightweight fluids for killing and workover of wells under conditions of abnormally low formation pressures. Young scientist. 2016;10(114):117-123. (In Russ.).
 16. Petrov NA, Davydova IN. Selection of foaming compositions for well development. Electronic journal Oil and Gas Business. 2010;(2):1-22. URL: <http://www.ogbus.ru>. (In Russ.).
 17. Fursin SG, Griguletsky VG. On well completion under conditions of controlled depression on the formation. Construction of oil and gas wells on land and at sea. 2014;(2):31-37. [Electronic resource]. URL: <https://rucont.ru/efd/437657>. [Accessed 12 February 2025] (In Russ.).
 18. Akhmadullin EA. Qualimetry of workover operations. Construction of oil and gas wells on land and at sea. 2023;5(365):60-63. [https://doi.org/0.33285/0130-3872-2023-5\(365\)-60-63](https://doi.org/0.33285/0130-3872-2023-5(365)-60-63). (In Russ.).
 19. Gasumov RA, Gasumov ER. Mathematical model of pumping viscoelastic compositions into a productive formation Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering. 2023;334(3):218–228 <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/3/3791>. (In Russ.).
 20. Nikitin VI. Mathematical modeling of drilling fluid filtrate penetration into the bottomhole formation zone taking into account the viscoplastic properties of oil. Bulletin of Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering. 2023;334(3):130–137. <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/3/3760>. (In Russ.).
 21. Gasumov RA, Gasumov ER. Features of carrying out repair and restoration work in gas wells of Western Siberian fields at the stage of declining production. Science. Innovations. Technologies. 2023;(2):177-190. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2023.2.7>. (In Russ.).

22. Rogov EA. Study of permeability of the bottomhole zone of wells under the influence of liquid technologies. Notes of the Mining University. 2020;(242):169-173. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.2.169>. (In Russ.).
23. Singurov AA. Physicochemical structure of technological polymer gel fluids for blocking a productive formation under conditions of uneven production pressure. Oil Province. 2023;1(33):197-208. <https://doi.org/10.25689/NP.2023.1.197-208>. (In Russ.).
24. Bachurina OV, Karpov AA, Vakhrushev SA. Study of emulsifiers for the preparation of invert emulsions used as block packs for well killing. Bulletin of the Magistracy. 2015;4(43):34-41. (In Russ.).
25. Islamov ShR, Bondarenko AV, Mardashov DV. Substantiation of a well-killing technology for fractured carbonate reservoirs. Youth Technical Sessions Proceedings: VI Youth Forum of the World Petroleum Council. Future Leaders Forum. London: CRC Press; Taylor & Francis Group; 2019. 256-264. (In Russ.).
26. Gasumov RR, Osadchaya IL, Kopchenkov VG, Beketov SB. Fillers of plant origin for blocking compositions for well killing. Science. Innovations. Technologies. 2017;(3):127-140. (In Russ.).
27. Gasumov RA, Tagirov OK, Kallaeva RN, Lipchanskaya TA, Geykhman MG, Zinoviev IV. Russian Federation Patent. No. 2208036 C09K E21B. 10.06.2003. Foaming composition for well killing. <http://bankpatentov.ru/node/363933>. (In Russ.).
28. Volkov V, Turapin A, Ermilov A. et al. Experience of Gas Wells Development in Complex Carbonate Reservoirs in Different Stages of Development // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October 2019, Moscow. Russian Society of Petroleum Engineer, 2019. SPE-196915-MS. <https://doi.org/10.2118/196915-MS>.
29. Islamov ShR, Bondarenko AV, Korobov GY, Podoprigora DG. Complex algorithm for developing effective kill fluids for oil and gas condensate reservoirs. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019;10(1):2697-2713.
30. Xie X, Jiao JJ, Tang Zh, Zheng Ch. Evolution of abnormally low pressure and its implications for the hydrocarbon system in the southeast uplift zone of Songliao basin, China. AAPG Bulletin. China. 2003;87(1):99-119. <https://doi.org/10.1306/080602870099>.

31. Ulyasheva NM, Leusheva EL, Galishin RN. Development of a drilling fluid composition for drilling a deviated wellbore taking into account the rheological parameters of the fluid. *Zapiski Gornogo Instituta*. 2020;(244):454–461. <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.8>. (In Russ.).

Информация об авторах

Рамиз Алиджавад-оглы Гасумов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства нефтяных и газовых скважин. Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 6507302404.

Эльдар Рамизович Гасумов – кандидат экономических наук, доцент, докторант, Азербайджанский технический университет, Scopus ID: 57217090200.

Юлианна Константиновна Димитриади - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID 57219180382.

Наталья Григорьевна Федорова – доктор технических наук, профессор кафедры строительства нефтяных и газовых скважин Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID:7102881216

Вклад авторов

Рамиз Алиджавад-оглы Гасумов. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Эльдар Рамизович Гасумов. Подготовка и редактирование текста, рисунки – составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта, участие в научно дизайне.

Юлианна Константиновна Димитриади. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных.

Наталья Григорьевна Федорова. Проведены исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных.

Information about the authors

Ramiz A. Gasumov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor in the Department of Oil and Gas Well Construction, North-Caucasus

Federal University. Scopus ID: 6507302404.

Eldar R. Gasumov – Cand. Sci. (Econom.), Associate Professor, Doctoral Candidate, Azerbaijan Technical University. Scopus ID: 57217090200.

Yulianna K. Dimitriadi – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, and Head of Department, North-Caucasus Federal University, Scopus ID 57219180382.

Natalya G. Fedorova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Oil and Gas Well Construction, North Caucasus Federal University, Scopus ID: 7102881216.

Author Contributions

Ramiz A. Gasumov. Conducted the research – collected, interpreted, and analyzed the data. Approved the final version – accepts responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article, and its final version.

Eldar R. Gasumov. Prepared and edited the text, created figures – drafted the manuscript and created its final version, participated in the scientific design.

Yulianna K. Dimitriadi. Conducted the research – collected, interpreted, and analyzed the data.

Natalia G. Fedorova. Conducted the research – collected, interpreted, and analyzed the data.