
Снижение миграции газа в цементном растворе: что действительно влияет на результат

Руслан Васильев · 10 июня 2026

Миграция газа после размещения цементного раствора в скважине остается одной из наиболее чувствительных проблем первичного цементирования, поскольку проявляется в переходный период, когда раствор уже теряет способность полноценно передавать гидростатическое давление, но еще не сформировал устойчивый цементный камень.

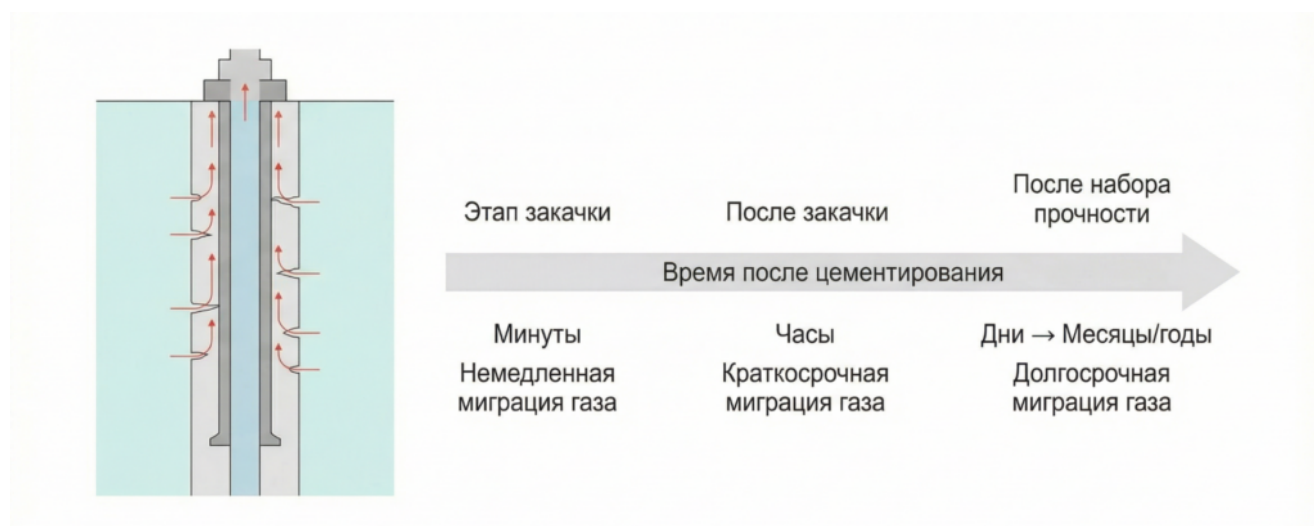
Именно в этот момент возникает риск проникновения флюида, если давление в затрубном пространстве становится ниже пластового. Для практики это означает одно: даже формально корректно подобранная рецептура не гарантирует отсутствия газопроявлений. Результаты испытаний, представленные в исходных материалах компании, показывают, что устойчивость системы зависит не от одного «газоблокирующего» компонента, а от совокупности фильтрационных, реологических и структурообразующих характеристик цементного раствора.

Что такое миграция газа и почему она возникает

Миграция газа — это перемещение газа от пласта с более высоким давлением к зоне с более низким давлением или в сторону устья скважины. После закачки цементный раствор

первоначально передает гидростатическое давление на пласт, однако по мере структурирования раствора это давление начинает снижаться, и при достижении уровня ниже пластового создаются условия для проникновения газа. С инженерной точки зрения проблема связана не только с самим фактом наличия газа в пласте, но и со скоростью потери раствором подвижности, изменением его фильтрационных свойств и поведением системы в критический переходный интервал.

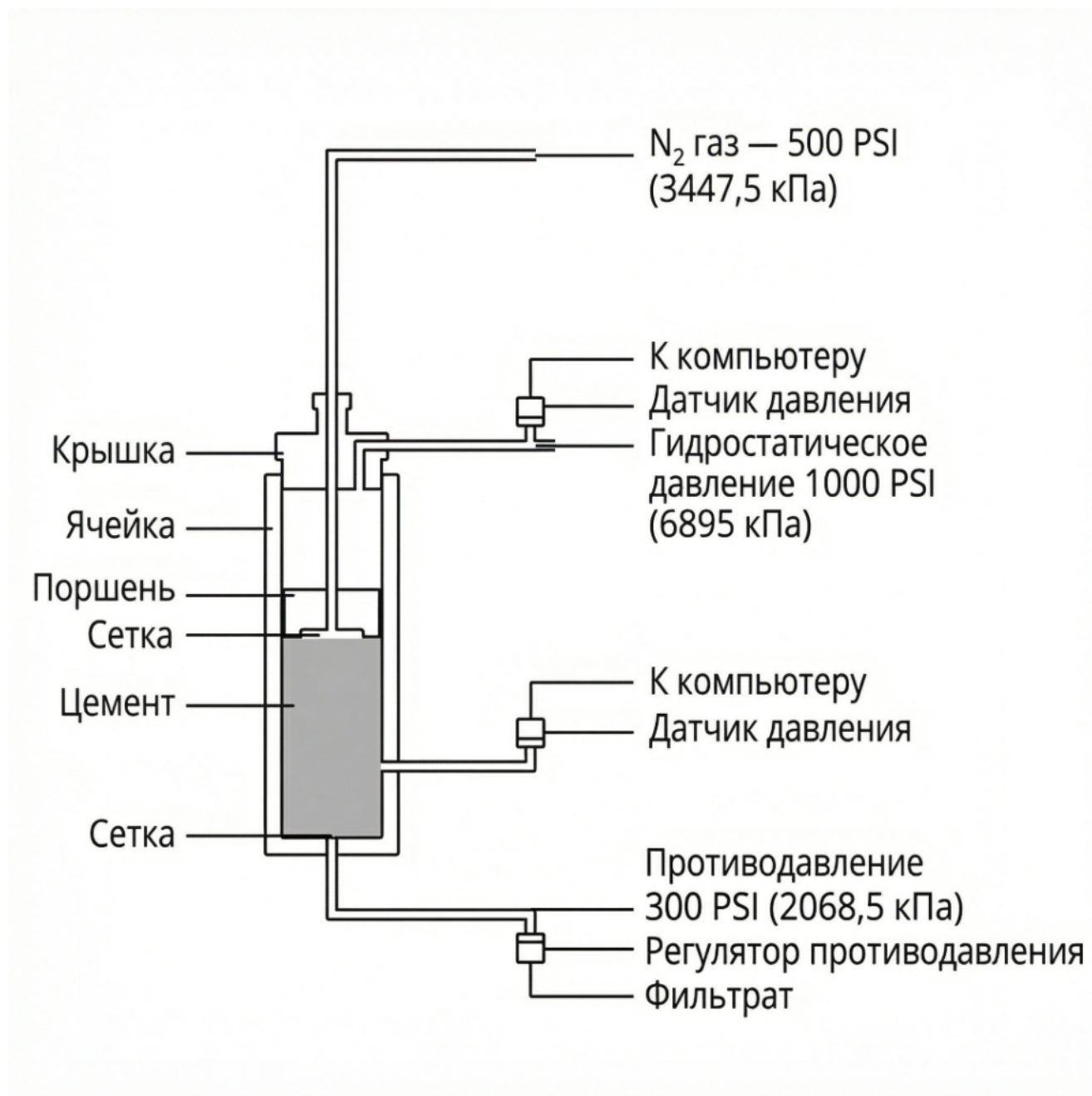
Поэтому борьба с миграцией газа не может сводиться к простой замене одной добавки на другую: необходимо оценивать всю рецептуру и ее поведение во времени.



Как проводились испытания

В исходных материалах описаны испытания цементного раствора на анализаторе миграции газа OFITE 120-57, который позволяет моделировать внутрискважинные условия и отслеживать поведение системы в период схватывания. В ходе тестов контролировались температура, гидростатическое давление, пластовое давление, объем фильтрата, расход газа и другие параметры, фиксируемые в реальном времени. Испытания проводились на трех

температурных режимах — 20, 60 и 100 °С. В качестве газоблокирующего компонента использовался синтетический понизитель фильтрации, а при повышенных температурах в рецептуру также вводился замедлитель схватывания.





Испытания проводились на трех температурных режимах — 20, 60 и 100 °С. В качестве газоблокирующего компонента использовался синтетический понизитель фильтрации, а при повышенных температурах в рецептуру также вводился замедлитель схватывания.

Что показали результаты

Принцип интерпретации результатов следующий: если кривая объема газа движется близко к кривой водоотдачи и не демонстрирует самостоятельного резкого роста, прорыва газа не происходит. Если же линия, характеризующая объем газа, отклоняется вверх, это указывает на формирование канала и проникновение газа через цементный раствор.

Согласно материалам испытаний, при 20, 60 и 100 °С в базовых тестах выраженного прорыва газа не наблюдалось: тренды кривых оставались согласованными, а динамика

объема газа не указывала на развитие миграции. Это подтверждает, что правильно подобранный понизитель фильтрации способен заметно повысить устойчивость цементного раствора к газопроявлениям.

Однако наиболее ценный практический вывод связан не с «успешными» тестами, а с отклонением от них. В одном из сравнительных испытаний при температуре 60 °С две рецептуры с одинаковой процентовкой добавок показали разный результат, и в одном случае произошел прорыв газа. Ключевым отличием являлся производитель цемента, а вместе с ним изменились и реологические параметры системы.

Особое внимание в материалах уделено статическому напряжению сдвига. В случае с газопроявлением значение 10-минутного СНС оказалось выше примерно в 9 раз, чем в сопоставимом тесте без прорыва газа. На этой основе авторы делают важный прикладной вывод: высокий СНС в переходный период может служить маркером повышенного риска миграции газа.

Почему одного газоблокатора в дизайне недостаточно

Газоблокаторы не являются универсальным решением. Даже корректная рецептура, соответствующая API 10B-2, сама по себе не гарантирует отсутствия миграции газа, если система демонстрирует неблагоприятное развитие реологических параметров в процессе структурообразования.

Для производственной практики это означает необходимость смотреть на систему комплексно:

1. На фильтрационные потери, поскольку именно они влияют на водоотдачу и изменение структуры цементного раствора.
2. На реологию и статическое напряжение сдвига, особенно на 10-минутный СНС в переходный период.
3. На стабильность рецептуры при смене сырья, включая цемент одного класса, но разных производителей.
4. На результаты лабораторного тестирования в условиях, максимально приближенных к реальным температурам и давлениям.

Поэтому технически зрелый подход к предупреждению миграции газа строится не вокруг одной добавки, а вокруг управляемого дизайна цементной системы. Чем выше вариативность сырья и условий работ, тем важнее опираться на испытания, а не на номинально «рабочую» рецептуру из предыдущего проекта.

Практические выводы для подбора рецептуры цементного раствора

На основе представленных данных и рисунков можно сформулировать несколько прикладных ориентиров для инженерных и сервисных команд.

Во-первых, понизитель фильтрации действительно может быть эффективным инструментом снижения риска миграции газа, но только как элемент общей рецептуры, а не как самостоятельное решение.

Во-вторых, изменение поставщика цемента или других базовых компонентов следует рассматривать как полноценный фактор технологического риска. Даже без

изменения дозировок добавок такая замена может изменить СНС, фильтрацию и общую динамику структурообразования, а значит — повлиять на вероятность газопроявления.

В-третьих, обязательным этапом должна быть предварительная лабораторная проверка цементного раствора перед размещением в продуктивной зоне.

Ключевые тезисы статьи

- Миграция газа возникает в переходный период, когда цементный раствор уже теряет способность полноценно передавать гидростатическое давление, но еще не сформировал камень.
- Понижитель фильтрации помогает снизить риск газопроявления, но не устраняет его автоматически.
- Даже при одинаковой дозировке добавок смена производителя цемента может изменить реологию раствора и спровоцировать прорыв газа.
- Высокий 10-минутный СНС в переходный период следует рассматривать как диагностически важный маркер повышенного риска миграции газа.
- Предварительное лабораторное тестирование рецептуры перед цементированием продуктивной зоны является обязательной превентивной мерой.

Что такое газовая миграция при цементировании скважины и чем она опасна?+

Газовая миграция при цементировании скважины — это проникновение флюида (преимущественно газа) из пласта в кольцевое пространство и/или на устье в период после закачки цемента, когда цементный камень ещё не набрал требуемую прочность и герметичность.

Проявляется в виде роста давления, газопроявлений и межколонных перетоков, что повышает риск утечек, разгерметизации и аварийных ситуаций на скважине в течение всего срока её эксплуатации.

Как снизить риск газовой миграции при цементировании скважин?+

Для снижения риска газовой миграции применяют специальные газонепроницаемые цементные системы, контролируют реологию и фильтрацию раствора, оптимизируют плотность для сохранения необходимого гидростатического давления. Дополнительно используют расширяющиеся добавки, оптимизированные режимы закачки и давления, а также лабораторные тесты на газопроницаемость цементного камня в условиях, максимально приближенных к реальным пластовым.

Помогает ли понизитель фильтрации против миграции газа?+

Полимерный понизитель фильтрации, например марка ФЛОСС 500 (FLOSS 500) производства Ойл Энерджи, эффективно снижает фильтрацию цементного раствора и стабилизирует его реологические свойства, за счёт чего дольше сохраняется необходимое гидростатическое давление в затрубном пространстве. Это уменьшает образование каналов и микропор в цементном камне, повышает его газонепроницаемость и тем самым снижает риск миграции газа после цементирования, особенно в газоносных пластах и при сложных термобарических условиях.

Источники и полезные ссылки

- [Добавки для цементирования Ойл Энерджи](#)
- [Ойл Энерджи - официальный сайт производителя химии для скважин](#)

Источник: <https://blog.onrg.ru/reducing-gas-migration-in-cement-slurry/>