

УДК 691.316

А. С. Сунцов, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
М. В. Данилов, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет  
имени М. Т. Калашникова

## ОБЛЕГЧЕННЫЕ И СВЕРХЛЕГКИЕ ТАМПОНАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПОЛЫМИ СТЕКЛЯННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

*Статья посвящена применению тампонажных материалов с полыми стеклянными микросферами при строительстве нефтяных и газовых скважин.*

**Ключевые слова:** тампонажные материалы, тампонажные материалы с полыми стеклянными микросферами, цементирование нефтяных и газовых скважин.

**В** наше время бурно набирает обороты добыча нефти и газа в суровых климатических условиях и горной местности Сибири и Крайнего Севера, шельфах морей, богатых природными ресурсами, начинает появляться необходимость создания современной и эффективной технологии возведения скважин с минимальными затратами всех видов ресурсов (материальных, энергетических и трудовых).

Сейчас существующие методы строительства нефтяных и газовых скважин характеризуются повышенной трудоемкостью и аварийностью, что в первую очередь связано с некачественной герметизацией затрубного пространства скважин. Это происходит из-за низкого качества тампонажных материалов, которые возникают из-за резких перепадов температуры на глубине. Подобная среда способствует образованию трещин и повышает шанс возникновения гидроразрыва, трещины заполняются тампонажным раствором в момент проведения цементирования, что приводит к его недоподъему до устья скважин.

Также существуют скважины, которые не удается заложить растворами на традиционных облегчающих наполнителях (фильтроперлите, вермикулитовый - ВВП песка вспученные перлитовый - ВПП и др.), так как из-за большого давления в скважине происходит разрушение этого материала, и раствор становится невозможно прокачать до конца скважины за счет того, что резко увеличивается его плотность и разрывы по высоте. Это вызывает необходимость проведения сложных, дорогостоящих ремонтных работ, уменьшает запланированный объем. Еще они обладают большой водопотребностью. Недостаточная герметизация затрубного пространства ведет к снижению объема скважины и нарушает законы по охране недр земли.

Решить эту проблему поможет применение высококачественных цементных тампонажных материалов с полыми стеклянными микросферами, которые обеспечивают высокую эксплуатационную надежность и повышение объема скважин.

На данный момент уже разработаны теоретические положения получения облегченных и сверхлег-

ких тампонажных материалов при помощи использования полых стеклянных микросфер и модификаторов и обоснование применения ПСМС (АПСМС) в цементных тампонажных растворах для крепления нефтяных и газовых скважин глубиной до 3000 м.

Тампонажный материал обладает повышенной прочностью и высоким сцеплением с поверхностями разнородных твердых и жидких тел благодаря высокой степени гидратации цемента, образования низкоосновных гидросиликатов кальция в ионе контакта между цементной матрицей и микросферами. «Прочность сцепления тампонажного камня с ПСМС и АПСМС со стальной обсадной трубой увеличивается по мере повышения расхода микросфер, достигая и превосходя прочность сцепления тампонажного камня на чистом ПЦТ, что обусловлено усилением пуццоланического и структурирующего эффектов микросфер» [2].

«Многофункциональные свойства полых стеклянных микросфер как облегчающего наполнителя, позволяющего снизить и стабилизировать при прокачивании среднюю плотность тампонажного раствора до  $1 \text{ г/см}^3$  при сохранении требуемой растекаемости и прочности при изгибе, проявляющего в процессе твердения пуццоланические, структурирующие и сорбционные свойства, повышающие прочность и адгезионные свойства тампонажного камня, снижающие его водопоглощение и теплопроводность, а также распределение частиц цемента и микросфер, толщины водных слоев на их поверхности в тампонажном материале и зависимости этих параметров от состава» [1].

Сейчас получены цементные тампонажные растворы, которые при атмосферном давлении имеют плотность меньше  $1 \text{ г/см}^3$  (вплоть до  $0,78 \text{ г/см}^3$ ). Они могут одновременно выступать как пассивной теплозащитой, так и тампонажным раствором, а затем и камнем, обладающим сверхнизкой средней плотностью, достаточной прочностью, низкой теплопроводностью и хорошим сцеплением со сталью колонны.

Также при использовании тампонажных материалов с микросферами устраняется главный недостаток традиционных растворов – образование пустот, раз-

рывов, делающих затрубное пространство скважин негерметичным, а также возможность цементирования разработанными тампонажными растворами любых скважин глубиной до 3000 м, в том числе с низкими пластовыми давлениями.

«Суммарный расчетный экономический эффект от внедрения облегченного и сверхлегкого тампонажного раствора с полыми стеклянными микросферами при креплении 12 нефтяных и 32 газовых скважин составит свыше 80 млн руб.» [2].

Наибольшей эффективностью обладают тампонажные материалы с микросферами и суперпластификатором С-3. «Они имеют пониженную на 20,48 % водопотребность и водопоглощение, повышенную на 10,50 % прочность на сжатие и 12,5.75 % – на изгиб, а также среднюю плотность, которая снижается до 0,78 г/см<sup>3</sup>; до 90 % возрастает гелевая пористость» [4].

При формировании тампонажного камня со стеклянными микросферами в условиях, имитирующих условия скважины, его структура и свойства значительно улучшаются; «снижается общая пористость, более чем в 2 раза выросла прочность» [5].

Таким решением проблемы качественного цементирования скважин в сложных горно-геологических условиях является разработка облегченных и сверхлегких тампонажных растворов со средней плотностью менее 1 г/см<sup>3</sup>, которые сохраняют однородность

по плотности за все время прокачивания в скважине, и имеющих нормированные показатели сроков схватывания, растекаемости и повышенную прочность камня при проверке на изгиб и сжатие. Таким требованиям удовлетворяют тампонажные материалы с полыми стеклянными микросферами.

#### Библиографические ссылки

1. Облегченные тампонажные растворы для крепления газовых скважин / В. И. Вяхирев, В. П. Овчинников, П. В. Овчинников, В. В. Ипполитов, А. А. Фролов, Ю. С. Кузнецов, В. Ф. Янкевич, С. А. Уросов. – М. : Недра, 2000. – 134 с.

2. *Орешкин Д. В.* Теплоизоляционный тампонажный материал с полыми стеклянными микросферами // XI Польско-Российский семинар «Теоретические основы строительства». – Варшава ; М. : АСВ, 2002. – С. 301–308.

3. *Первушин Г. Н., Орешкин Д. В.* Проблемы трещиностойкости облегченных цементных материалов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2002. – 212 с.

4. *Данилов М. В.* Подготовка и верификация исходных данных для геолого-технологического моделирования нефтяных месторождений и создания промысловых баз данных : дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск : ИжГТУ, 2008 03.

5. *Сенилов М. А., Данилов М. В.* Укрупненные этапы создания трехмерных геолого-гидродинамических моделей нефтегазовых месторождений // Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 2(20). – С. 153–156.

*A. S. Suntsov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*M. V. Danilov*, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Lightweight and Super-Lightweight Backfill Materials with Hollow Glass Microspheres for Cementing Oil and Gas Wells

*The article is devoted to the use of backfill materials with hollow glass microspheres in the construction of oil and gas wells.*

**Key words:** backfill materials, backfill materials with hollow glass microspheres, cementing oil and gas wells.

УДК 69:338

**С. И. Россавская**, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Н. М. Якушев**, кандидат экономических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Приведена сравнительная оценка металлических и клееных деревянных конструкций, а также представлен расчет экономического эффекта.*

**Ключевые слова:** себестоимость СМР, экономический эффект, учет качественных параметров.

Одним из важнейших направлений повышения экономической эффективности проектных решений является использование прогрессивных изделий и конструкций. Набирают темпы применения в современном строительстве клееные деревянные конструкции (КДК). Древесина хорошо зарекомендовала себя при сооружении про-

мышленных объектов с химически агрессивной средой, спортивно-зрелищных объектов, рынков и павильонов. Современный уровень развития науки и технологий позволяет обеспечить высокие конструктивные качества КДК, снизить их массу, обеспечить химическую стойкость, долговечность и огнестойкость (табл. 1).