

# Оценка проницаемости тампонажного камня, сформированного из облегченного тампонажного раствора

**А.В. Пахарев**

ассистент кафедры БС ИПР  
gtn\_tomsk@mail.ru

**И.Б. Бондарчук**

ассистент кафедры БС ИПР ТПУ  
bond\_ib@mail.ru

ТПУ, Томск, Россия

**В связи с увеличением объемов строительства скважин в условиях аномально низких пластовых давлений и вскрытием пластов, склонных к поглощениям, а также наличием высокопроницаемых пород, существует необходимость использования стабильных облегченных тампонажных растворов. Данная работа посвящена исследованию паропроницаемости цементного камня.**

## Материалы и методы

Исследовались образцы тампонажного камня по ГОСТ 25898-83. Паропроницаемость определялась у высушенного образца.

## Ключевые слова

проницаемость, тампонажный камень, полые стеклянные микросферы, облегченные тампонажные растворы, проницаемость цементного камня

В настоящее время большинство используемых облегченных тампонажных растворов не обеспечивают высокое качество тампонажного кольца, его прочность и герметичность. Облегченный тампонажный раствор с полыми стеклянными микросферами (ПСМС) для крепления скважин различного типа является одним из лучших способов создания надежного цементного кольца в затрубном и межтрубном пространстве [1–3].

Известно, что цементный камень является пористым материалом. Следовательно, цементный камень будет пропускать через себя газообразные и жидкостные вещества. Наиболее доступным газом является воздух, имеющий различную относительную влажность.

В работах [6–9] отмечается, что определённые размеры пор имеют разную паропроницаемость при различных значениях относительной влажности воздушной среды. Кроме этого, в работах [10, 11] выявлена зависимость структуры материала от его проницаемости. При этом приводятся данные по потерям тепла в жилых зданиях. Так, через стены фасада теряется от 25 до 40 % тепла, идущего на отопление. Это связано с тем, что для ограждающих конструкций жилых домов обязательным считается возможность паропроницаемости для воздухообмена в помещениях.

Для цементного кольца в затрубном и межтрубном пространстве скважины указанные требования не предъявляются. Следовательно, для обеспечения герметичности крепи оптимальным нужно считать самые низкие показатели паропроницаемости цементного камня.

В работе [4] экспериментально определен коэффициент паропропускания тампонажного камня. Исследование проводилось в НИИ строительной физики Российской академии архитектурных и строительных наук (РААСН) при участии В.Г. Гагарина, И.В. Бессонова. Затем у высушенного образца было рассчитано сопротивление паропроницаемости по

ГОСТ 25898-83 [13]. Результаты исследований представлены в таб. 1.

Анализ полученных результатов показывает, что паропроницаемость тампонажного камня с обычными и аппретированными полыми стеклянными микросферами ниже в 2 раза, чем у тампонажного камня из 100% ПЦТ. Соответственно, сопротивление паропропусканию будет во столько же раз больше. Более того, известно, что современные гидроизоляционные строительные материалы имеют сопротивление паропроницаемости 1,1 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг [12]. Такие же показатели сопротивления паропроницаемости имеет цементный камень, приготовленный из облегченных тампонажных растворов на основе ПСМС и АПСМС. Использование облегченных тампонажных растворов на основе ПСМС и АПСМС существенно повышает герметичность цементного кольца в затрубном и межтрубном пространстве скважины.

Кроме того, анализ полученных результатов говорит о том, что паропроницаемость снижается при наличии в составе тампонажного раствора ПСМС и АПСМС. Так, при расходе микросфер 5% от массы ПЦТ паропроницаемость уменьшается более чем в 2 раза. Для всех других составов, согласно данным, приведённым в таб. 1, она значительно ниже, чем у камня, сформированного из 100% ПЦТ. Это снижение составляет от 50 до 40%. Рост сопротивления паропропусканию при этом находится в таких же пределах.

## Итоги

Результаты исследований подтвердили, что применение в составе облегченного тампонажного раствора ПСМС и АПСМС в количестве от 2,5 до 7,5%, снижает паропроницаемость камня, а, значит, повышает герметичность скважины.

## Выводы

Очевидно, что по показателям сопротивления паропропусканию облегченный тампонажный раствор с 5% ПСМС или АПСМС соответствует современным гидроизоляционным строительным материалам. Сопротивление паропропусканию для всех других составов, рассмотренных в статье, значительно выше, чем у камня, сформированного из 100% ПЦТ. Это связано с газо- и водонепроницаемостью полых стеклянных микросфер и плотностью структуры облегченного тампонажного камня с полыми стеклянными микросферами. По паропроницаемости можно косвенно оценить герметичность цементного кольца. В настоящее время авторами статьи разработаны технологии (технологические регламенты) и нормативные документы (технические условия) приготовления и применения облегченных тампонажных растворов с ПСМС и АПСМС в условиях Томской области.

Состав раствора, мас. %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>		Пористость матрицы, %	Паропроницаемость, мг/м·ч Па	Сопротивление паропропусканию, м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг
	раствора	высушенного образца			
100 ПЦТ <sup>1</sup>	1810	1612	15,1	1,96 10 <sup>-2</sup>	0,51
100 ПЦТ; 2,5 ПСМС <sup>2</sup>	1610	1420	14,2	1,2 10 <sup>-2</sup>	0,812
100 ПЦТ; 5 ПСМС	1340	1216	18,2	0,96 10 <sup>-2</sup>	1,04
100 ПЦТ; 7,5 ПСМС	1300	1137	20	1,12 10 <sup>-2</sup>	0,914
100 ПЦТ; 2,5 АПСМС <sup>3</sup>	1620	1438	12,3	1 10 <sup>-2</sup>	1,01
100 ПЦТ; 5 АПСМС	1380	1280	13,8	0,9 10 <sup>-2</sup>	1,105
100 ПЦТ; 7,5 АПСМС	1330	1205	18,5	1,1 10 <sup>-2</sup>	0,94

Примечание:

1 – ПЦТ – портландцемент тампонажный; 2 – ПСМС – полые стеклянные микросферы;

3 – АПСМС – аппретированные полые стеклянные микросферы

Таб. 1 – Паропроницаемость тампонажного камня с полыми стеклянными микросферами

## Список литературы

1. Чубик П.С., Пахарев А.В., Орешкин Д.В., Беляев К.В. Проблемы качества крепления скважин в Томской области // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. 2011. № 7. С. 35–37.
2. Пахарев А.В., Беляев К.В. Свойства тампонажного камня, сформированного в условиях скважины Томской области // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. 2012. № 6. С. 42–44.
3. Орешкин Д.В., Беляев К.В., Пахарев А.В. Разработка универсального тампонажного раствора для геологических условий Томской области // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. 2011. № 10. С. 42–44.
4. Пахарев А.В. Пористость и проницаемость облепченных тампонажных растворов // *Известия Томского политехнического университета*. 2014. Т. 324. № 1. С. 173–176.
5. Пережоженцев А.Г. Вопросы теории и расчёта влажностного состояния неоднородных участков ограждающих конструкций зданий. Волгоград: ВолгГАСА, 1997. 273 с.
6. Горчаков Г.И. и др. Состав, структура и свойства цементных бетонов. М.: Стройиздат, 1976. 145 с.
7. Орешкин Д.В., Фролов А.А., Ипполитов В.В. Проблемы теплоизоляционных тампонажных материалов для условий многолетних мерзлых пород. М.: Недра. 2004. 232 с.
8. Вяхирев В.И., Ипполитов В.В., Орешкин Д.В., Белоусов Г.А. и др. Облепченные и сверхлегкие тампонажные растворы. М.: Недра. 1999. 180 с.
9. Первушин Г.Н., Орешкин Д.В. Проблемы трещиностойкости облепченных цементных материалов. Ижевск: ИжГТУ, 2003. 212 с.
10. Гагарин В.Г. Теория состояния переноса влаги в строительных материалах и теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Дисс. докт. техн. наук. М.: НИИСФ, 2000.
11. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат. 1986. 688 с.
12. СНиП–II–3–79. Строительная теплотехника. М., 1998.
13. ГОСТ 25898-83. Методы определения сопротивления паропроницанию.

ENGLISH

DRILLING

## Evaluation of permeability grouting stone, formed from the lightweight cement

UDC 622.24

### Authors:

Alexander V. Pakharev — assistant of the department BS IPR; [gtn\\_tomsk@mail.ru](mailto:gtn_tomsk@mail.ru)

Igor B. Bondarchuk — assistant of the department BS IPR; [bond\\_ib@mail.ru](mailto:bond_ib@mail.ru)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

### Abstract

Construction volume under abnormally low reservoir pressures conditions and drilling of mud losses is the reason for the necessity of using the lightweight cement. The article is devoted to the vapor permeability of cement stone.

### Materials and methods

Cement samples were tested according to GOST 25898-83. The water vapor permeability was determined, using the dried sample.

### Results

The results of the research confirmed the use of hollow glass microspheres (HGM) and dressed

hollow glass microspheres (DHGM) as a part of the lightweight cement slurry, from 2.5 to 7.5%; it reduces the water vapor permeability of the stone, and thus, increases the sealness of the well.

### Conclusions

It is obvious, that the impedance factor of lightweight cement slurry with 5% of HGM or DHGM is up to the standards of waterproofings. Water vapor permeability resistance for all other compositions, described in the article, is considerably higher in comparison with the stone, formed from 100% oil-well portland cement. This is due to gas and water resistance of hollow glass microspheres and

the imporosity of lightweight grouting stone with hollow glass microspheres. Cement sheath integrity can be indirectly estimated from vapor permeability.

Currently, authors of the article developed technology (technological regulations) and regulations (specifications), regulating mixing of mortar and mud application of lightweight cement slurries with HGM and DHGM in the Tomsk region.

### Keywords

permeability, cement, hollow glass microspheres, lightweight cement slurries, the permeability of cement stone

### References

1. Chubik P.S., Pakharev A.V., Oreshkin D.V., Belyaev K.V. *Problemy kachestva krepneniya skvazhin v Tomskoy oblasti* [Problems of quality of well casing in the Tomsk region]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 2011, issue 7, pp. 35–37.
2. Pakharev A.V., Belyaev K.V. *Svoystva tamponazhnogo kamnya, sformirovannogo v usloviyakh skvazhiny Tomskoy oblasti* [Properties of tamping stone, formed under conditions of wells in Tomsk region]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 2012, issue 6, pp. 42–44.
3. Oreshkin D.V., Belyaev K.V., Pakharev A.V. *Razrabotka universal'nogo tamponazhnogo rastvora dlya geologicheskikh usloviy Tomskoy oblasti* [Development of universal tamping solution for the geological conditions of Tomsk]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 2011, issue 10, pp. 42–44.
4. Pakharev A.V. *Poristost' i pronitsaemost' oblegchennykh tamponazhnykh rastvorov* [The porosity and permeability of lightweight cement slurries] *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2014, Vol. 324, issue 1, pp. 173-176.
5. Perekhozhentsev A.G. *Voprosy teorii i rascheta vlazhnostnogo sostoyaniya neodnorodnykh uchastkov ograzhdayushchikh konstruksiy zdaniy* [Theory and calculation of humidity state of inhomogeneous sections of building envelopes]. Volgograd: *VolgGASU*, 1997, 273 p.
6. Gorchakov G.I. and oth. *Sostav, struktura i svoystva tsementnykh betonov* [The composition, structure and properties of cement concrete]. Moscow: *Stroyizdat*, 1976, 145 p.
7. Oreshkin D.V., Frolov A.A., Ippolitov V.V. *Problemy teploizolyatsionnykh tamponazhnykh materialov dlya usloviy mnogoletnikh merzlykh porod* [Problems of thermal insulation materials for the backfill conditions of perennial frozen rocks]. Moscow: *Nedra*, 2004, 232 p.
8. Vyakhirev V.I., Ippolitov V.V., Oreshkin D.V., Belousov G.A. and oth. *Oblegchennyye i sverkhlegkie tamponazhnye rastvory* [Lightweight and ultra-light cement slurries]. Moscow: *Nedra*, 1999, 180 p.
9. Pervushin G.N., Oreshkin D.V. *Problemy treshchinostoykosti oblegchennykh tsementnykh materialov* [Problems of fracture toughness of lightweight cementitious materials]. Izhevsk: *Izhevsk State Technical University*, 2003, 212 p.
10. Gagarin V.G. *Teoriya sostoyaniya perenosa vlagi v stroitel'nykh materialakh i teplozashchitnye svoystva ograzhdayushchikh konstruksiy zdaniy* [The theory of moisture transfer state in building materials and heat-shielding properties enclosing structures zdaniy]. Doctoral dissertation. Moscow: *NIISF*, 2000.
11. Gorchakov G.I., Bazhenov Yu.M. *Stroitel'nyye materialy* [Construction Materials]. Moscow: *Stroyizdat*, 1986, 688 p.
12. SNiP-II-3-79. *Stroitel'naya teplotekhnika* [Thermal Engineering]. Moscow, 1998.
13. GOST 25898-83. *Building materials and products. Methods of steam-tightness determination.*