

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article\_590878fa86d286.40775685

Логанина В.И., д-р техн. наук, проф.,  
Фролов М.В., аспирант,  
Арискин М.В., канд. техн. наук

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## ВЛИЯНИЕ ВИДА НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕХАНИЗМ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ШТУКАТУРКАХ

loganin@mail.ru

Рассмотрен механизм передачи тепла через теплоизоляционные штукатурки в зависимости от вида применяемого наполнителя. Приведены сведения об эффективности применения микросфер в отделочных составах, применяемых для теплоизоляции наружных стен зданий. Показано, что способность отделочного покрытия отражать тепло не зависит от используемого наполнителя. Рассмотрена структура пористости покрытий в зависимости от вида наполнителя. Установлено, что у покрытий на основе составов, наполненных микросферами, выше способность противостоять конвективной составляющей переносу теплоты, чем у покрытий на основе составов, наполненных вспученным перлитовым и вермикулитовым песком. Выявлено, что теплоизолирующая способность покрытий, включающих стеклянные полые или зольные алюмосиликатные микросферы, для условий эксплуатации А и Б отличается незначительно.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные штукатурки, пористый наполнитель, механизм передачи тепла.

**Введение.** Известно, что тепло через отделочные покрытия наружных стен зданий передается 3 способами: теплопроводностью, конвекцией, излучением. Вблизи поверхности наружного ограждения и в пустотах внутри штукатурного слоя преобладает теплообмен посредством конвекции и излучением [1, 2]. В самом материале штукатурного состава основным видом теплопереноса является теплопроводность [3]. Значительного улучшить теплозащитные свойства отделочных покрытий можно за счет выбора оптимального высокопористого наполнителя для сухой строительной смеси (ССС) [4]. Для выбора наполнителя необходимо исследовать сложный процесс теплопереноса через отделочный слой.

**Основная часть.** В работе приведены результаты оценки теплоизоляционных свойств покрытий на основе ССС с применением различных пористых наполнителей. В качестве наполнителя использовали стеклянные полые микросферы, зольные микросферы алюмосиликатные, вспученный вермикулитовый песок, вспученный перлитовый песок.

Для оценки способности противостоять переносу тепла за счет теплового излучения был определен коэффициент излучения  $\epsilon$  исследуемых образцов покрытия при помощи тепловизора Testo 882 и электронного термометра ТЭН-5 [5]. На рис. 1 представлены снимки исследуе-

мых отделочных покрытий, сделанные тепловизором.

Установлено, что коэффициент излучения  $\epsilon$ , а, следовательно, и способность отделочного покрытия отражать тепло, не зависит от используемого наполнителя. Для всех исследуемых покрытий коэффициент излучения составляет  $\epsilon=0,93$ .

Для выбора оптимального для разрабатываемой ССС наполнителя оценивалась также способность разрабатываемых покрытий задерживать тепло, переносимое в материале за счет теплопроводности и конвекции.

Степень замкнутости пор и размер пор оказывают значительное влияние на конвективную составляющую теплопереноса в материале. В крупных порах, сообщающихся друг с другом, возникают потоки воздуха, ухудшающие теплоизоляционные свойства материала. Поэтому для наружной отделки желательно использовать ССС, позволяющие получить покрытия, в которых преобладают мелкие замкнутые поры. [6]

В работе исследовались соотношения объема открытых и закрытых пор в разрабатываемых покрытиях. Результаты исследований представлены на рис. 2.

Установлено, что у покрытий на основе составов, наполненных вспученным вермикулитовым и перлитовым песком, преобладает открытая пористость. Открытая пористость увеличивает конвективную составляющую теплоперено-

са, создает условия для проникновения внутрь покрытий влаги. В поровой структуре покрытий с применением микросфер преобладает закрытая пористость.

В работе оценивался размер открытых пор, для этого исследовалась кинетика их водопо-

глощения. На рис. 3. показаны значения водопоглощения по массе образцов исследуемых покрытий  $W_m$  в течение первых 4 часов влагонасыщения.

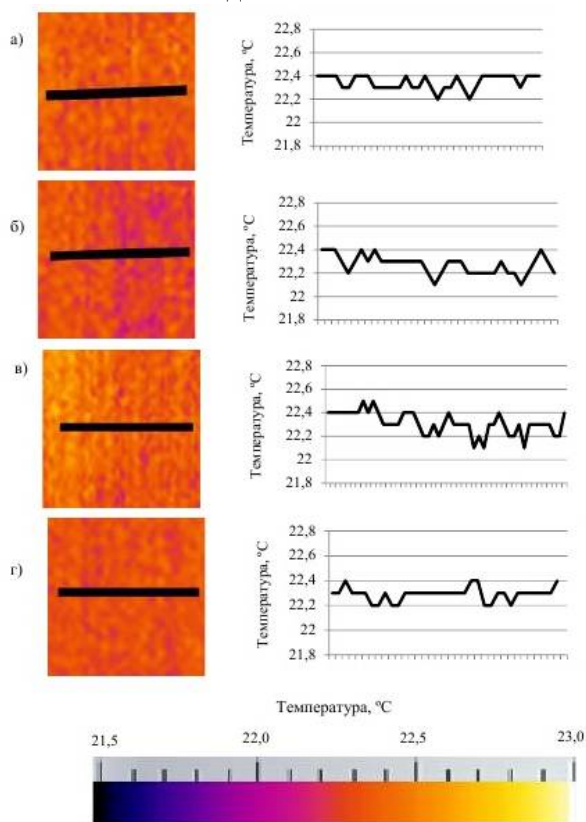


Рис. 1. Снимки отделочных покрытий и соответствующие снимкам линейные температурные профили, сделанные тепловизором. Наполнитель: а) полые стеклянные микросферы; б) зольные микросферы алюмосиликатные; в) вспученный вермикулитовый песок; г) вспученный перлитовый песок

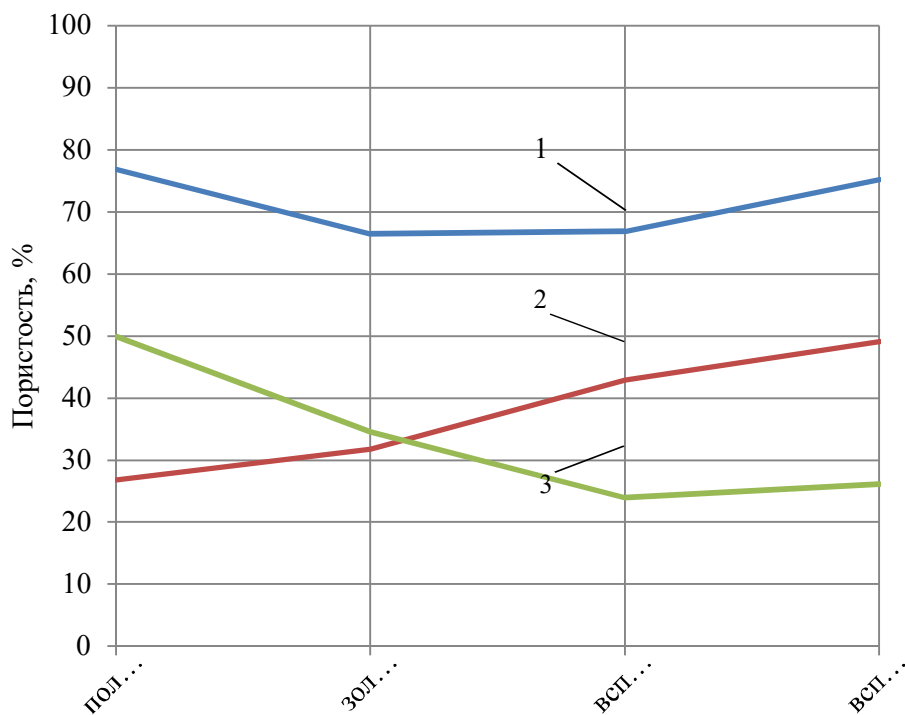


Рис. 2. Структура пористости покрытий в зависимости от вида наполнителя: 1 – общая пористость, 2 – открытая пористость, 3 – закрытая пористость

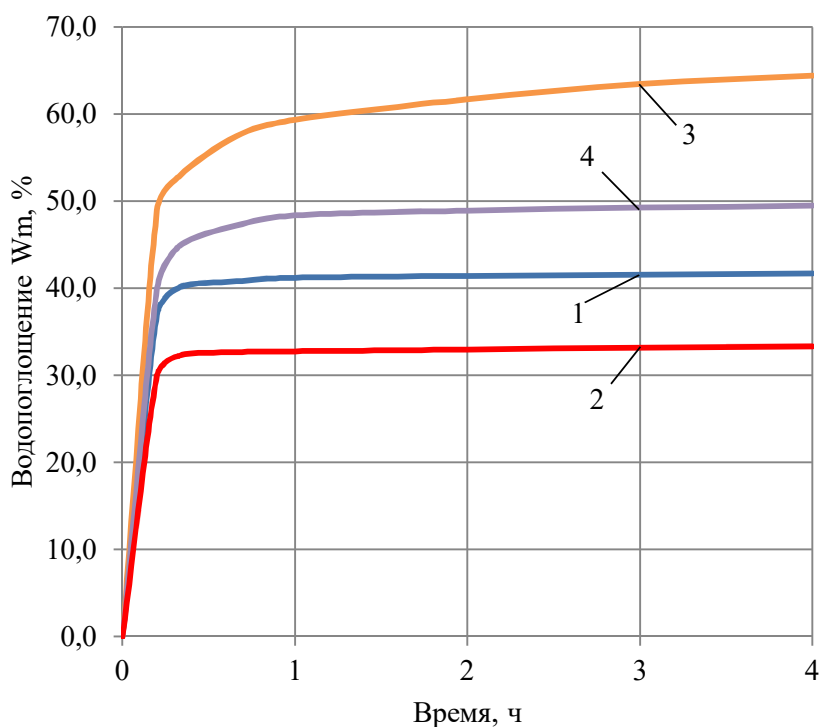


Рис. 3. Кинетика водопоглощения покрытий на основе составов, наполненных:  
1 – полыми стеклянными микросферами; 2 – зольными микросферами алюмосиликатными;  
3 – вспученным вермикулитовым песком; 4 – вспученным перлитовым песком

Основной рост водопоглощения по массе  $W_m$  у всех образцов наблюдается в первые 20 минут увлажнения. В это время происходит активное насыщение водой мелких капиллярных пор. В дальнейшем рост водопоглощения значительно замедляется. После 20 минут увлажнения основной вклад в увеличение водопоглощения по массе  $W_m$  вносят условно-замкнутые сферические поры. Данные поры имеют большие раз-

меры, способствуют увеличению конвективной составляющей теплопереноса. Объем условно-замкнутых пор в материале зависит от водопотребности отделочного состава. Для определения водопотребности разрабатываемых ССС готовились равнопластичные составы с одинаковым содержанием высокопористых наполнителей – 40 % от массы извести. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Свойства растворяемых композитов

Вид наполнителя	Водоизвестковое отношение В/И	Прирост водопоглощения по массе $W_m$ в промежутке времени от 20 минут до 24 часов, %
Полые стеклянные микросферы	1,3	2,08
Зольные микросферы алюмосиликатные	1,075	1,71
Вспученный вермикулитовый песок	1,83	11,61
Вспученный перлитовый песок	1,525	3,39

Установлено, что с увеличением количества воды затворения увеличивается объем условно-замкнутых пор. В покрытиях, наполненных микросферами, объем условно-замкнутых пор меньше. У данных покрытий выше способность противостоять конвективной составляющей переносу теплоты, чем у покрытий, наполненных вспученным перлитовым и вспученным вермикулитовым песком.

Способность материалов противостоять переносу теплоты посредством теплопроводности оценивалось коэффициент теплопроводности  $\lambda$ .

Он определялся при помощи прибора ИТП-МГ4 «100». Перед испытанием образцы отделочного покрытия высушивались до постоянной массы. Отделочное покрытие является капиллярно-пористым материалом и способно активно поглощать воду. Следовательно, его коэффициент теплопроводности  $\lambda$  следует принимать с учетом зоны влажности района строительства и влажностного режима помещения, т.е. для условий эксплуатации А и Б [7]. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Коэффициент теплопроводности отделочных покрытий

Вид наполнителя	Условия эксплуатации покрытия	Коэффициент теплопроводности покрытия $\lambda$ , Вт/м·К
Полые стеклянные микросферы	В сухом состоянии	0,119
	А	0,135
	Б	0,14
Зольные микросферы алюмосиликатные	В сухом состоянии	0,176
	А	0,211
	Б	0,221
Вспученный вермикулитовый песок	В сухом состоянии	0,146
	А	0,195
	Б	0,209
Вспученный перлитовый песок	В сухом состоянии	0,161
	А	0,206
	Б	0,221

Установлено, что теплоизолирующая способность покрытий, включающих в составе стеклянные полые или зольные алюмосиликатные микросферы, незначительно зависит от условий эксплуатации. Коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , Вт/м·К, для условий эксплуатации Бу покрытий, наполненных полыми стеклянными микросферами, вырос по сравнению с коэффициентом теплопроводности для условий эксплуатации А на 3,7 %, у покрытий, наполненных зольными микросферами алюмосиликатными, вырос на 4,7 %. Теплоизолирующая способность штукатурных покрытий, включающих вспученный перлитовый или вермикулитовый песок, в значимо большей степени зависит от условий эксплуатации. Коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , Вт/м·К, для условий эксплуатации Бу покрытий, наполненных вспученным перлитовым песком, вырос по сравнению с коэффициентом теплопроводности для условий эксплуатации А на 6,8 %, у покрытий, наполненных вспученным вермикулитовым песком, вырос на 7,2 %.

**Выводы.** Установлено, что способность отделочного покрытия отражать тепло, переносимое за счет теплового излучения, не зависит от используемого наполнителя. При использовании микросфер получены покрытия, характеризующиеся высокой способностью противостоять переносу теплоты конвекцией. Выявлено, что коэффициент теплопроводности для условий эксплуатации А и Б у данных покрытий отличается незначительно.

На основании проведенных исследований предложена рецептура теплоизоляционной ССС, предназначенной для отделки наружных стен зданий из газобетона. ССС содержит известково-пушонку, молотые отходы производства газобетона, белый цемент, модифицирующую добавку на основе смеси силикатов кальция, редуцируемый порошок, пластифицирующую добавку,

гидрофобизирующую добавку, стеклянные полые микросферы [8].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Протасевич А.М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений. Изд. Высшая школа, 2015. 240 с.
2. Дьяконов В.Г., Лончаков О.А. Основы теплопередачи. Изд. Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. 230 с.
3. Кудинов И.В., Стефанюк Е.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях. Изд. Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. 422 с.
4. Логанина В.И., Фролов М.В. Эффективность применения теплоизоляционной штукатурки с применением микросфер для отделки газобетонной ограждающей конструкции // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. №5. С. 55–62.
5. ГОСТ Р ИСО 18434-1-2013 Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы. М.: Изд. Стандартиформ 39 с.
6. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высш. шк., 1989. 384 с.
7. ГОСТ Р 54855-2011. Материалы и изделия строительные. Определение расчетных значений теплофизических характеристик. М.: Изд. Стандартиформ 8 с.
8. Логанина В.И., Фролов М.В., Рябов М.А. Теплоизоляционные известковые сухие строительные смеси для отделки стен из газобетона // Вестник МГСУ. 2016. №5. С.82–92.

---

**Loganina V.I., Frolov M.V., Ariskin M.V.**

**INFLUENCE OF THE FILLER TYPE ON THE MECHANISM OF HEAT TRANSMISSION IN HEAT-INSULATING PLASTERS**

*The mechanism of heat transfer through heat-insulating plasters is considered depending on the type of filler used. Information on the effectiveness of the use of microspheres in the finishing compositions used for the thermal insulation of the external walls of buildings is given. It is shown that the ability of the finishing coat to reflect heat does not depend on the filler used. The structure of porosity of coatings is considered depending on the type of filler. It has been found that coatings based on compositions filled with microspheres have a higher ability to withstand the convective component of heat transfer than coatings based on compositions filled with expanded perlite and vermiculite sand. It has been revealed that the insulating ability of coatings comprising glass hollow or ash aluminosilicate microspheres for operating conditions A and B differs insignificantly.*

**Key words:** *heat-insulating plasters, porous filler, mechanism of heat transmission.*

---

**Логанина Валентина Ивановна**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Управление качеством и технологии строительного производства».

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Адрес: Россия, 440028, Пенза, улица Г. Титова, 28

E-mail: loganin@mail.ru.

**Фролов Михаил Владимирович**, аспирант.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Адрес: Россия, 440028, Пенза, улица Г. Титова, 28

E-mail: mihaile-frolov@yandex.ru

**Арискин Максим Васильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

Адрес: Россия, 440028, Пенза, улица Г. Титова, 28

E-mail: office@pguas.ru