

УДК 699.865

Р. М. Гарипов, Н. Н. Жданов, Р. Х. Фатхутдинов,
В. В. Уваев, В. А. Маслов

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УВЛАЖНЕННЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Ключевые слова: стеклянные микросферы, коэффициент теплопроводности, термическое сопротивление, акриловая дисперсия.

Исследованы процессы водопоглощения и влияние степени увлажнения на коэффициент теплопроводности и величину термического сопротивления теплозащитных покрытий на основе полимерных дисперсии и полых стеклянных микросфер.

Keywords: glass microspheres, the thermal conductivity coefficient, thermal resistance, acrylic dispersion.

The processes of water absorption and the effect of humidity on the coefficient of thermal conductivity and thermal resistance value of thermal barrier coatings based on polymer dispersions and hollow glass microspheres.

Большинство традиционных теплоизоляционных материалов содержат либо волокнистую [1], либо пористую структуру [2]. Известно, что увлажнение таких теплозащитных покрытий вызывает ухудшение их теплофизических характеристик [3]. Поэтому при использовании для теплоизоляции традиционных материалов практически всегда необходимо применение специальных гидроизоляционных покрытий. В качестве специальных гидроизоляционных покрытий используются герметизирующие [4] и гидроизолирующие [5] композиции.

Разработанный нами теплозащитный состав отличается от традиционных теплоизоляторов использованием полых натрийборсиликатных микросфер, которые содержат замкнутые наполненные разреженным газом поры и придают теплозащитным покрытиям (ТЗП) высокие теплозащитные характеристики. Закрытые полости стеклянных микросфер, с насыпной плотностью 0,18-0,35 г/см³ и размером от 10 до 100 мкм, непроницаемы для паров и конденсированной влаги [6], благодаря чему покрытие имеет низкую водопроницаемость, которая не зависит от срока эксплуатации. Малая чувствительность теплозащитного состава к воздействию воды делает незаменимым этот вид теплоизоляции при защите теплопроводов в затопляемых местах, например, в подвалах домов. Поэтому представлял интерес изучение изменения теплофизических характеристик теплозащитных составов в зависимости от степени увлажненности.

Для оценки влияния увлажнения на теплофизические характеристики теплозащитных покрытий были измерены коэффициенты теплопроводности и термическое сопротивление различных по составу покрытий до и после воздействия воды. Были получены образцы теплозащитных композиций толщиной до 3 мм отверждением при комнатной температуре следующих составов:

- образец 1: акриловый сополимер Акрэмос 101 и микросферы стеклянные марки Т32 (32 масс. %);

- образец 2: акриловый сополимер Акрэмос 101 и микросферы стеклянные полые марки МС группы А2 (32 масс. %);

- образец 3: акриловый сополимер Акрэмос 101 и микросферы стеклянные полые марки МС-В группы 2Л (32 масс. %);

- образец 4: полиуретан «Аквапол-11» и стеклянные полые марки Т32 (38 масс. %).

- образец 5: акриловый сополимер Акрэмос 101, полиуретан Аквапол-11 (12 масс. %) и микросферы стеклянные полые марки МС группы А2 (36 масс. %);

- образец 6: акриловый сополимер Акрэмос 101, акриловый сополимер Акрэмос 402 (2 масс. %) и микросферы стеклянные полые марки МС-В группы 2Л (35 масс. %).

Благодаря форме частиц, микросферы, как сыпучий материал, обладают повышенной текучестью, что обеспечивает хорошее заполнение объема. Используемые полые микросферы отличаются друг от друга прежде всего размером (мкм), истинной плотностью (г/см³) и коэффициентом заполнения объема (%). Так, например размер микросфер марки МС-В группы 2Л составляет от 20 до 190 мкм, марки МС группы А2 от 15 до 120 мкм, размер микросфер марки Т32 от 20 до 160 мкм.

Сравнительная диаграмма водопоглощения приведенных выше составов теплозащитных покрытий при выдержке в воде в течение 24 часов приведена на рисунке 1. Водопоглощение определяли по изменению массы образцов [7]. Видно, что образцы 2, 4 и 5 обладают высокой степенью водопоглощения (15-20 масс. %).

Это связано, вероятно, с наличием в составе данных покрытий более гидрофильного и высоковязкого полиуретанового компонента, вследствие чего образуются пористые структуры в композиционных материалах. Кроме того, использование полых стеклянных микросфер марки МС группы А2 в составе композиций приводит к увеличению степени водопоглощения. Наименьшим

водопоглощением обладают образцы 3 и 6. Таким образом, оптимальными компонентами являются акриловый сополимер Акрэмос 101 и микросферы стеклянные полые марки МС-В группы 2Л.

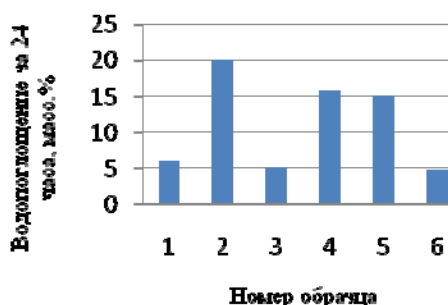


Рис. 1 - Сравнительная диаграмма водопоглощения различных составов теплозащитного покрытия за 24 часа

Для измерения коэффициента теплопроводности и термического сопротивления при комнатной температуре отвержденных образцов размером 10х10х0,3 см использовали прибор ИТП-МГ4-100, предназначенный для определения теплопроводности и термического сопротивления строительных материалов, а также материалов, предназначенных для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов при стационарном тепловом режиме [8]. Прибор обеспечивает определение коэффициента теплопроводности в диапазоне от 0,02 до 1,5 Вт/(м К) и термического сопротивления в диапазоне от 0,01 до 1,5 м²·К/Вт.

Для увлажнения образцы выдерживали в воде в течение 24 часов. Результаты измерений представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Теплофизические характеристики сухих образцов теплозащитных покрытий

№ обр	Сухой образец	
	Коэффициент теплопроводности, Вт/(мК)	Термическое сопротивление, м ² К/Вт
1	0,104	0,047
2	0,101	0,064
3	0,071	0,068
4	0,092	0,044
5	0,099	0,044
6	0,069	0,062

Из представленных в таблице данных следует, что увлажнение образцов теплозащитных покрытий приводит к увеличению коэффициента теплопроводности– от 4,3 до 38,0 % и уменьшению теплового сопротивления– от 6,4 до 29,5 %. При увлажнении образец № 4 существенно теряет свой теплозащитные свойства, максимальное увеличение

коэффициента теплопроводности (38,0%) и уменьшение теплового сопротивления (29,5%). Таким образом, наименьшую степень изменения теплозащитных свойств в зависимости от увлажненности покрытий показывают композиций 3 и 6, следовательно, они могут быть рекомендованы для использования в условиях повышенной влажности.

Таблица 2 - Теплофизические характеристики влажных образцов теплозащитных покрытий

№ обр	Влажный образец				
	Водопоглощение, масс. %	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м К)	Степень изменения %	Термическое сопротивление, м ² К/Вт	Степень изменения, %
1	6,10	0,133	27,8	0,037	21,2
2	20,00	0,126	24,7	0,053	17,1
3	5,20	0,076	7,0	0,063	7,3
4	15,80	0,127	38,0	0,031	29,5
5	15,10	0,115	16,0	0,037	15,9
6	4,70	0,072	4,3	0,058	6,4

С целью дальнейшего уменьшения водопоглощения ТЗП на основе 6 состава было нанесено дополнительный защитный слой толщиной 0,1-0,2 мм с использованием водостойкой акриловой эмульсии марки «Акрэмос 101». На рисунке 2 представлены кривые изменения водопоглощения от времени выдержки в водной среде за 24 часа, отражающие процесс сорбции воды образцом № 6 теплозащитного покрытия без защитного слоя и защищенного акриловой эмульсией марки «Акрэмос 101».

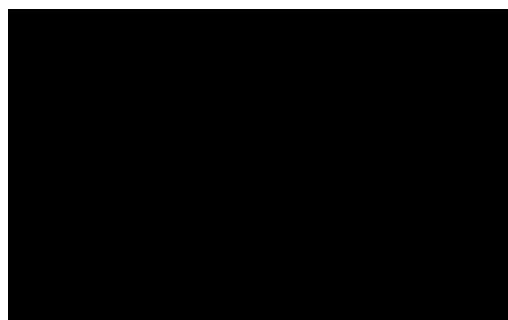


Рис. 2 - Динамика водопоглощения образцом № 6 теплозащитного покрытия без защитного слоя (●) и защищенного акриловой эмульсией марки «Акрэмос 101» (○)

Крутой подъем кривой сорбции воды незащищенным образцом теплозащитного покрытия на начальном этапе после погружения образца в воду объясняется проникновением воды в открытые капилляры. Водопоглощение образца покрытия с дополнительно нанесенным слоем акриловой эмульсии значительно меньше, чем у незащищенного образца покрытия. Кривая сорбции

воды в данном случае повышается плавно по мере диффузии воды в макро- и мезопоры, поскольку мелкие капилляры закрыты образовавшимся при сушке акриловым полимером.

Динамика изменения теплофизических характеристик (образца № 6) покрытия в зависимости от количества поглощенной покрытием воды представлена на рис. 3.

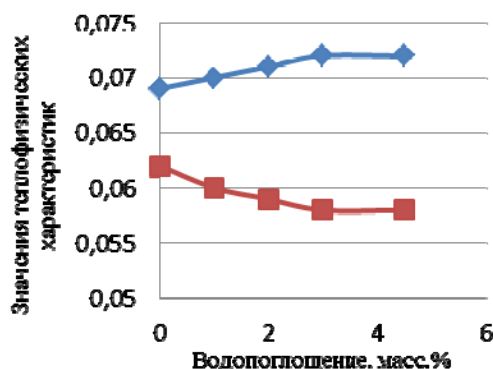


Рис. 3 - Влияние водопоглощения на коэффициент теплопроводности(♦) и термическое сопротивление (■) теплозащитного покрытия

Из рисунка 3 видно, что коэффициент теплопроводности увеличивается, а тепловое сопротивление уменьшается до значения водопоглощения 3 масс.%. Дальнейшее поглощение воды теплозащитным покрытием не сказывается на его теплофизических показателях.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что теплозащитное покрытие на основе полых стеклянных микросфер характеризуется низким водопоглощением, при этом основные теплофизические характеристики теплозащитного покрытия изменяются незначительно. Применение теплозащитного покрытия не требует использования специального

гидроизоляционного покрытия, которое практически всегда применяется при использовании традиционных теплоизоляторов.

Литература

1. Теплоизоляционные материалы и конструкции / Ю.Л. Бобров [и др.]. – М.: Инфра-М. - 2003. - 244 с.
2. Севастьянов А.В. Влияние полимер-полиольных добавок на свойства эластичных пенополиуретанов /А.В. Севастьянов А.В., Р.М. Гарипов // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 13. С. 101-106.
3. Воронина Ю.А. Влияние увлажнения теплозащиты на тепловые потери в системах теплоснабжения / Ю.А. Воронина, Т.Н. Немова, К.Д. Трофимов, Н.А. Цветков // Известия высших учебных заведений. Физика – 2010. - № 5. – С. 63 – 68.
4. Пат.2288249, Российская Федерация, МКП⁵¹ С 09 D 127/08, С 09 D 5/02, С 04 В 41/48. Композиция для гидроизоляционного покрытия. / Кондрашов Г.М., заявитель и патентообладатель Кондрашов Г.М. - №2010125436/05. заявл. 21.06.10, опубл. 27.11.11, - 4 с.
5. Пат. 2434921, Российская Федерация, МКП⁵¹ С 09 К 3/10. Герметизирующая и гидроизолирующая композиция / Нистратов А.В., заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Волгоградский государственный технический университет. -№2005133124/04, заявл. 27.10.05, опубл. 27.11.06, - 7 с.
6. Орешкин Д.В. Полые микросферы - эффективный наполнитель для строительных и тампонажных растворов / Д.В. Орешкин, К.В. Беляев, В.С. Семенов, У.Е. Кротова // Промышленное и гражданское строительство. – 2010.-№ 9. – С. 50-51.
7. ГОСТ 26589-94. Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний. Введ.1996-01-01. - М. - Изд-во стандартов. – 1996. - 32 с.
8. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 2000-04-01. - М.: Изд-во стандартов. – 2000. - 11 с.

© Р. М. Гарипов - д-р хим. наук, проф., зав. каф. ТППК КНИТУ, rugaripov@rambler.ru; Н. Н. Жданов – асп. той же кафедры, nikolai-zhdanov@mail.ru; Р. Х. Фатхутдинов - канд. хим. наук, ген. дир. ОАО «КазХимНИИ», kazhimnii@yandex.ru; В. В. Уваев - канд. хим. наук, зам. ген. дир. ОАО «КазХимНИИ», vildanuevaev@rambler.ru; В. А. Маслов - нач. лаб. №7ОАО «КазХимНИИ», 1_15mva@mail.ru.