

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ»

Аттестат аккредитации РОСС RU.001.21CM37 от 15.03.2007 г., срок действия до 15.03.2010 г.

344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

« 20 » июля 2009 г.

№ 8/н

РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ»

«УТВЕРЖАЮ»  
Директор по ИР РГСУ

В.А. ШИЛОВ  
2009 г.



## ОТЧЕТ

по результатам научно-исследовательской работы

«Изучение влияния универсальных керамических материалов  
«Астратек» и «Moutical» на теплопроводность»

(Х/Д 147/09 ИЦ)

Заказчик:

ООО «Капарол»

Исполнитель:

Испытательный центр «Академстройиспытания»

Ростовского государственного строительного университета

Начальник управления

научно-исследовательских работ РГСУ,

К.Т.Н., доц.

А.В. Козлов

Ростов – на – Дону  
2009 г.

## 2 Средства измерения

Для проведения испытаний использовались следующие приборы и средства измерения:

- прибор «Измеритель теплопроводности ИТП-МТ4 «250» (заводской №319) по ГОСТ 7076-87;
- сушильный шкаф ШС-80-01 СТУ (заводской №3867);
- штангенциркуль по ГОСТ 166 с диапазоном измерения 0—125 мм, (заводской №533378);
- линейка металлическая измерительная по ГОСТ 427 с верхним пределом измерения 500 мм;
- весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104- с наибольшим пределом взвешивания 10 кг, (заводской №41252).

### 3 Подготовка образцов к испытаниям

#### 3.1 Изготовление образцов для испытаний.

3.1.1 В соответствии с п. 6 ГОСТ 7076-99 испытания осуществляются на образцах изготовленных в виде прямоугольных параллелепипедов с длиной наибольших (лицевых) граней 250 мм. и толщиной более чем в пять раз меньшей длины лицевой грани.

Число образцов, подлежащих испытанием, определяется п. 4.2. ГОСТ 7076-99: «Ели в стандарте на конкретный материал или изделие не указано число образцов, подлежащих испытанию, эффективную теплопроводность или термическое сопротивление определяют на пяти образцах».

В соответствии с Приложением Руководства по эксплуатации прибора «Измеритель теплопроводности ИТП-МТ4 «250» толщина испытуемого образца должна быть от 5 до 50 мм.

3.1.2 В соответствии с договором, изготовление образцов размером 250\*250\*25 мм. осуществлялось из безусадочной быстротвердеющей смеси EMACO S88. Приготовление бетонной смеси и формирование образцов производилось в соответствии с рекомендациями по применению безусадочной быстротвердеющей смеси EMACO S88, представленные заказчиком. Изготовленные образцы в течение 3-х недель хранились в нормальных условиях, при температуре среды +25°С и 100% влажности.

3.1.3 Лицевые грани образца, контактирующие с рабочими поверхностями плит прибора, шлифовались, с целью удаления цементного «молочка», устранение неровности грани образца и отклонений от плоскостности граней.

3.2 Полученные образцы высушивали до постоянной массы при температуре 100°С. Образец считался высушенным, если потеря его массы после очередного высушивания в течение 0,5 ч не превышает 0,1%. По окончании сушки образцы помещали в герметичный сосуд для остывания до комнатной температуры.

3.3 Нанесение слоев материалов «Астратек» и «Moutical» на поверхность бетонных образцов проводилось в соответствии с рекомендациями, приведенными на упаковочных этикетках приклеенных к таре с этими материалами.

3.3.1 Перед нанесением материалов «Астратек» и «Moutical» отшлифованные лицевые поверхности образцов (удалили цементное «молочко») обеспыливали.

3.3.2 Нанесение грунтовок и жидких керамических материалов «Астратек» и

«Moutical» на поверхность бетонных образцов проводилось при температуре окружающей среды +28 °С и относительной влажности воздуха 62 %.

3.3.3 На одну из подготовленных поверхностей образца наносился 1 слой водо-дисперсионной грунтовки глубокого проникновения.

3.3.4 Перед применением жидкий материал перемешивали в упаковке в ведре до однородной консистенции. Перемешивание осуществляли с использованием миксера со скоростью 200 оборотов в минуту.

3.3.5 Из части полученного жидкого материала готовили грунтовочный

состав. Для этого 100 мл. материала смешивали с 20 мл. дисперсионной воды. Грунтовочный слой наносили на предварительно высохший слой акриловой грун-товки и давали ему высохнуть при температуре + 28 °С в течение 4-х часов.

3.3.6 Для нанесения основных слоев готовили новый (основной) раствор материала из расчета: на 1л материала 50 мл воды.

Нанесение основных слоев осуществлялось малярной кистью. Время высыхания каждого слоя составляло 24 часа. Перед нанесением каждого слоя основной рас-твор материала перемешивали до однородной консистенции.

3.3.7 Согласно технического задания на бетонные образцы наносили два слоя

приготовленного раствора материала «Астратек» или «Moutical», для достижения необходимой толщины покрытия в 2мм. Полученные образцы высушивали и под-вергли испытанием на теплопроводность. После испытаний на эту же грань об-разцов наносился еще 2 слоя раствора материала «Астратек» или «Moutical», со-ответственно, для достижения необходимой толщины в 4мм.

#### 4. Проведение испытаний

##### 4.1 Измерение размеров образца.

Толщину образца  $\delta$  измеряли в четырех углах на расстоянии  $(50,0 \pm 5,0)$  мм от вершины угла и посередине каждой стороны штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм. За результаты измерений принимали среднearифметическое значение результатов всех измерений.

Длину и ширину образца измеряли в плане металлической линейкой с погрешностью 0,5 мм.

##### 4.2 Определение массы образца $M$ проводилось с погрешностью 0,5 %.

##### 4.3 Определение коэффициента теплопроводности и термического сопротивления

Подлежащие испытаниям бетонные образцы помещали в прибор ИТТ-МТ4 «250». В программатор прибора вводились фактическая толщина образца, температура холодильника и нагревателя прибора, разность температур между которыми составляла 20 °С. Дальнейшее испытание проводилось в автоматическом режиме. Через 5400 сек. прибор автоматически снимает показания и рассчитывает определяемые характеристики: коэффициент теплопроводности  $\lambda$  и термическое сопротивление  $R$  образца.

## 5 Обработка результатов испытаний

4.1 Относительное изменение массы образца в процессе его сушки  $m_r$  и плотность образца  $\rho$  определяли по формулам:

$$m_r = (M_1 - M_2) / M_2,$$

$$\rho = \frac{M_3}{V^n}.$$

Объем испытываемого образца  $V^n$  вычисляли по результатам измерения его длины, ширины и толщины.

4.2 Расчет коэффициента теплопроводности слоя керамического материала покрывающего бетонный образец проводили формуле:

$$\lambda_{\text{слой}} = \delta_{\text{слой}} / (R_{\text{конструкция}} - R_{\text{бетона}})$$

4.3 За результат принимали среднее арифметическое значение коэффициента теплопроводности всех испытанных образцов.

<b>Содержание</b> .....	3
Сведения об исполнителях.....	3
1. Общие положения .....	4
2. Средства измерения.....	6
3. Подготовка образцов к испытаниям.....	7
4. Проведение испытаний.....	9
5. Обработка результатов испытаний.....	7
6. Результаты лабораторных испытаний.....	10
7. Обработка результатов лабораторных испытаний.....	12
Заключение.....	13
Список использованной литературы.....	14
Приложение 1 – Приложение Д из СТ-23-101-2004 .....	15
Приложение 2 – Копия Аттестата аккредитации .....	26

Работа по изучению влияния универсальных керамических материалов «Аст-ратек» и «Moutical» на теплопроводность образцов изготовленных из безуглеродной быстротвердеющей смеси ЕМАСО S88 выполнена в соответствии с техническим заданием к хозяйственному договору № 147/09ИЦ от 18 июля 2009 г. между Ростовским государственным строительным университетом и ООО «Капарол».

Исполнители:

Козлов А.В. – руководитель работ

Козлов Г.А. – исполнитель

Ким С.А. – исполнитель

« » августа 2009 г.

« » августа 2009 г.

« » августа 2009 г.

## 1 Общие положения

1.1 Изучение влияния универсальных керамических материалов «Астратек» и «Moutical» на теплопроводность образцов изготовленных из безусадочной быстротвердеющей смеси ЕМАСО S88 проводилось по методике ГОСТ 7076-99. «Материалы строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления».

Настоящий стандарт распространяется на строительные материалы и изделия с теплопроводностью менее 1,5 Вт/(м·К), а также на материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов, и устанавливает метод определения их эффективной теплопроводности и термического сопротивления при средней температуре образца от минус 40 до + 200 °С.

Сущность метода определения теплопроводности, предусмотренного ГОСТ 7076-99 [ 1 ], заключается в создании стационарного теплового потока проходящего через плоский образец, направленного перпендикулярно к лицевым (наибольшим) граням образца, и измерения его плотности, температуры на поверхностях противоположных граней и толщины образца.

Согласно ТУ-5768-002-02068060-2005, керамический материал «Астратек» предназначен для теплоизоляции конструкций, имеет коэффициент теплопроводности  $0,0012 \pm 10\%$  Вт/(м·°С), при температуре испытаний 20°С, температуру эксплуатации от -60 до + 260 °С, что позволяет проводить его испытания по ГОСТ 7076-99.

Согласно ТУ-5768-018-48082823-2005, керамический материал «Moutical» предназначен для теплоизоляции конструкций, имеет коэффициент теплопроводности 0,003 Вт/(м·°С), при температуре испытаний 20°С, температуру эксплуатации от -50 до + 200 °С, что позволяет проводить его испытания по ГОСТ 7076-87.

Согласно п.3.1 ГОСТ 7076-99 эффективная теплопроводность  $\lambda_{eff}$  материала (соответствует термину «коэффициент теплопроводности», принятому в действующих нормах по строительной теплотехнике) это отношение толщин испытываемого образца материала  $\delta$  к его термическому сопротивлению  $R$ .

$$\lambda = \delta/R$$

где  $\delta$  - толщина материала, м;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С)

1.2 По согласованию с заказчиком изучение влияния универсальных керамических материалов «Астратек» и «Moutical» на теплопроводность проводилось на образцах изготовленных из быстротвердеющей смеси ЕМАСО S88.

1.3 В соответствии с п. 2.7. СНиП II-3-79 (1998) «Строительная теплотехника» [2] термическое сопротивление многослойной конструкции, с последовательно расположенными однородными слоями, определяются как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{в.и.} = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n + R_{в.и.}$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - термические сопротивления отдельных слоев отражающей конструкции, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$R_{в.и.}$  - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, в нашем случае она отсутствует и  $R_{в.и.} = 0$ .

Зная термическое сопротивление бетонного образца ( $R_{бетона}$ ), толщину теплоизоляционного слоя ( $\delta_{слой}$ ) и термическое сопротивление образца покрытия керамическим теплоизоляционным материалом ( $R_{конструкции}$ ), можно рассчитать коэффициент теплопроводности слоя керамического теплоизоляционного материала по формуле:

$$\lambda_{слой} = \delta_{слой} / (R_{конструкции} - R_{бетона})$$

1.4 Свод правил СП 23-101-2004 [3] содержит справочные данные о теплотех-

нических показателях строительных материалов и изделий используемых при проектировании тепловой защиты зданий и сооружений (Приложение 1).

1.5 Коэффициент теплопроводности воздуха в неподвижном состоянии при 20°С равен 0,0226 Вт/(м·°С) [4].

## 6 Результаты лабораторных испытаний

6.1 Результаты лабораторных испытаний керамического материала «Астратек» представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п.п.	Показатели		Количество створ	слоев	№ образца				
	1	2			3	4	5		
0	1	Масса образца, г.	3255	3185	3260	3215	3240	3240	3240
		Размер образца, мм.	250	250	250	250	250	250	250
	2	Длина	249	250	249	249	250	250	250
		Ширина	249	250	249	249	250	250	250
	6	Размер образца, мм.	262	261	260	259	259	250	250
		Толщина	249	250	249	249	250	250	250
	7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,044	0,040	0,041	0,046	0,037	0,046	0,037
		Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	0,596	0,653	0,634	0,563	0,700	0,596	0,700
	5	Масса образца, г.	3280	3210	3285	3240	3265	3285	3265
		Размер образца, мм.	250	250	250	250	250	250	250
6	Длина	249	250	249	249	250	250	250	
	Ширина	249	250	249	249	250	250	250	
7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	27,2	27,0	27,0	26,7	26,9	27,2	26,9	
	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	0,062	0,058	0,059	0,062	0,053	0,062	0,053	
2	1	Масса образца, г.	3225	3175	3245	3155	3210	3210	3210
		Размер образца, мм.	250	250	250	250	250	250	250
	2	Длина	249	249	249	249	249	249	249
		Ширина	25,1	24,9	25,2	24,8	25,1	25,1	25,1
	3	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,022	0,021	0,023	0,021	0,021	0,021	0,021
		Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	1,141	1,186	1,096	1,181	1,195	1,141	1,195
	5	Масса образца, г.	3255	3205	3280	3185	3245	3255	3245
		Размер образца, мм.	26,1	26,0	26,3	25,7	26,0	26,1	26,0
	6	Длина	249	249	249	249	249	249	249
		Ширина	0,036	0,037	0,033	0,035	0,032	0,036	0,032
7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,725	0,703	0,797	0,734	0,813	0,725	0,813	
	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	3280	3225	3295	3205	3260	3280	3260	
8	Масса образца, г.	250	250	250	250	250	250	250	
	Размер образца, мм.	249	249	249	249	249	249	249	
6	Длина	249	249	249	249	249	249	249	
	Ширина	27,2	26,7	27,2	26,7	27,1	27,2	26,7	
7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,046	0,045	0,047	0,045	0,046	0,046	0,046	
	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	0,589	0,593	0,579	0,593	0,589	0,589	0,589	

6.2 Результаты лабораторных испытаний керамического материала «Moutical» представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ п.п.	Показатели		Количество створ	слоев	№ образца				
	1	2			3	4	5		
0	1	Масса образца, г.	3225	3175	3245	3155	3210	3210	3210
		Размер образца, мм.	250	250	250	250	250	250	250
	2	Длина	249	249	249	249	249	249	249
		Ширина	25,1	24,9	25,2	24,8	25,1	25,1	25,1
	3	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,022	0,021	0,023	0,021	0,021	0,021	0,021
		Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	1,141	1,186	1,096	1,181	1,195	1,141	1,195
	5	Масса образца, г.	3255	3205	3280	3185	3245	3255	3245
		Размер образца, мм.	26,1	26,0	26,3	25,7	26,0	26,1	26,0
	6	Длина	249	249	249	249	249	249	249
		Ширина	0,036	0,037	0,033	0,035	0,032	0,036	0,032
7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,725	0,703	0,797	0,734	0,813	0,725	0,813	
	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	3280	3225	3295	3205	3260	3280	3260	
8	Масса образца, г.	250	250	250	250	250	250	250	
	Размер образца, мм.	249	249	249	249	249	249	249	
6	Длина	249	249	249	249	249	249	249	
	Ширина	27,2	26,7	27,2	26,7	27,1	27,2	26,7	
7	Термическое сопротивление образца, Вт/(м·°С)	0,046	0,045	0,047	0,045	0,046	0,046	0,046	
	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)	0,589	0,593	0,579	0,593	0,589	0,589	0,589	

### 7 Обработка результатов лабораторных испытаний

7.1 Обработка результатов испытаний испытаний керамического материала «Астратек» представляются в таблице 3.

№ п. п.	Показатели	Количество слоев	№ образца					Среднее значение
			1	2	3	4	5	
1	Масса образца, г.		3255	3185	3260	3215	3240	
			250	250	250	250	250	
2	Размер образца, мм.		249	250	249	249	250	
			Ширина	250	250	249	250	
	Толщина		25,1	25,2	25,0	24,8	25,0	
			0,023	0,021	0,023	0,22	0,021	
3	Термическое сопротивление образца, разца,		1,091	1,200	1,087	1,127	1,191	0,022
4	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		2080	2020	2090	2070	2070	1,139
5	Средняя плотность бетонного образца, кг/м <sup>3</sup>		3280	3210	3285	3240	3265	2070
6	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Астратек», г.		25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	
7	Масса исследуемого материала, г.		1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	
8	Толщина слоя исследуемого материала «Астратек» после высыхания, мм		0,044	0,040	0,041	0,046	0,037	0,042
9	Термическое сопротивление образца, разца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,596	0,653	0,634	0,563	0,700	0,629
10	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,052	0,048	0,056	0,046	0,058	0,052
11	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Астратек», Вт/(м·°С)		3300	3235	3310	3260	3285	
12	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Астратек», г.		45,0	50,0	50,0	45,0	45,0	
13	Масса слоя исследуемого материала «Астратек», г.		2,1	1,8	2,0	1,9	1,9	
14	Толщина слоя исследуемого материала «Астратек» после высыхания, мм		0,062	0,058	0,059	0,062	0,053	0,059
15	Термическое сопротивление образца, разца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,439	0,466	0,458	0,431	0,508	0,460
16	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,054	0,049	0,056	0,047	0,059	0,053
17	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Астратек», Вт/(м·°С)							

Таблица 3

7.2 Результаты лабораторных испытаний керамического теплоизоляционного материала «Moutical» представлены в таблице 4.

№ п.п.	Показатели	Кол-во слоев	№ образца					Среднее значение
			1	2	3	4	5	
2	Масса образца, г.		длина	250	250	250	250	250
			ширина	249	249	249	249	249
	мм.		толщина	25,1	24,9	25,2	24,8	25,1
				0,022	0,021	0,023	0,021	0,021
3	Термическое сопротивление образца,		1,141	1,186	1,096	1,181	1,195	
4	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		2060	2050	2070	2040	2070	
5	Средняя плотность бетонного образца, кг/м <sup>3</sup>		3225	3205	3280	3185	3245	
6	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Moutical», г.		30,0	30,0	35,0	30,0	35,0	
7	Масса слоя исследуемого материала «Moutical», г.		1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	
8	Толщина слоя исследуемого материала «Moutical», после высыхания, мм		0,036	0,037	0,033	0,035	0,032	
9	Термическое сопротивление образца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,725	0,703	0,797	0,734	0,813	
10	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,082	0,078	0,091	0,076	0,088	
11	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Moutical», Вт/(м·°С)		3280	3225	3295	3205	3260	
12	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Moutical», г.		55,0	50,0	50,0	50,0	50,0	
13	Масса слоя исследуемого материала «Moutical», г.		2,1	1,8	2,0	1,9	2,0	
14	Толщина слоя исследуемого материала «Moutical», после высыхания, мм		0,046	0,045	0,047	0,045	0,046	
15	Термическое сопротивление образца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,589	0,593	0,579	0,593	0,589	
16	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,084	0,079	0,076	0,087	0,083	
17	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Moutical», Вт/(м·°С)						<b>0,082</b>	

Таблица 4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Коэффициент теплопроводности слоя представляющего керамического материала «Астратек» нанесенного на бетонные образцы составляет  $0,053 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ .

2. Коэффициент теплопроводности слоя представляющего керамического материала «Moutical» нанесенного на бетонные образцы составляет  $0,082 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ .

3. Рекомендуемая производителем толщина теплоизоляционного слоя в 2 мм и 4 мм из испытанных материалов «Астратек» и «Moutical» не может обеспечить требуемое СНиП II-3-79 (1998) термическое сопротивление ограждающих конструкций зданий.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности термического сопротивления при стационарном тепловом режиме».

2. СНиП II-3-79 (1998) «Строительная теплотехника».

3. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

4. Китайцев В.А. Технология теплоизоляционных материалов //М.: Государст-

венное издательство литературы по строительству, архитектуре и строитель-

ным материалам. -1959. С. 14.