

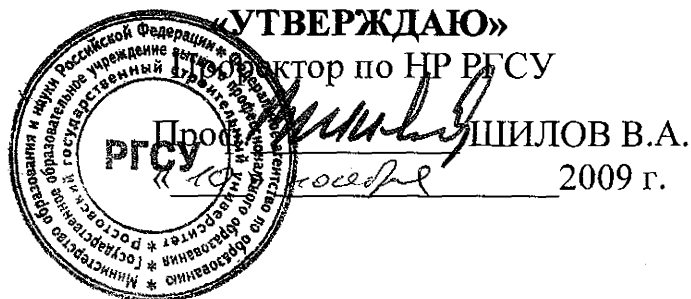
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ»**

Аттестат аккредитации РОСС RU.001.21СМ37 от 15.03.2007 г., срок действия до 15.03.2010 г.  
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

« 10 » ноябрь 2009 г.

№ 8/4



**ОТЧЕТ**

**по результатам научно-исследовательской работы**  
**«Изучение влияния универсальных керамических материалов**  
**«Астратек» и «Moutrical» 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*  
А.В.Козлов

Ростов – на – Дону  
2009 г.

## 2 Средства измерения

Для проведения испытаний использовали следующие приборы и средства измерения:

- прибор «Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 «250» (заводской №319) по ГОСТ 7076- 87;
- сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ (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 осуществляют 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 испытаниям, определяется п. 4.2. ГОСТ 7076- 99: *«Если 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-МГ4 «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 ЕМАСО S88. Приготовление бетонной смеси и формование образцов производилось в соответствии с рекомендациями по применению безусадочной быстротвердеющей смеси ЕМАСО S88, представленными 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», устранения разнотолщинности 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 «Moutrical» на поверхность бетонных образцов проводилось в соответствии с рекомендациями, приведенными на упаковочных этикетках приклеенным к таре с этими материалами.

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

3.3.2 Нанесение грунтовки и жидких керамических материалов «Астратек» и «Moutrical» 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 водно-дисперсионной грунтовки глубокого проникновения.

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

3.3.5 Из части полученного жидкого материала приготавливали грунтовочный состав. Для этого 100 мл. материала смешивали с 20 мл. дистиллированной воды. Грунтовочный слой наносили на предварительно высохший слой акриловой грунтовки и давали ему высохнуть при температуре + 28 °С в течение 4-х часов.

3.3.6 Для нанесения основных слоев приготавливали 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 раствор материала перемешивали до однородной консистенции.

3.3.7 Согласно технического задания на бетонные образцы наносили два слоя приготовленного раствора материала «Астратек» или «Moutrical», для достижения необходимой толщины покрытия в 2мм. Полученные образцы высушивали и подвергали испытаниям на теплопроводность. После испытаний на эту же грань образцов наносились еще 2 слоя раствора материала «Астратек» или «Moutrical», соответственно, 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 результат измерений принимали среднеарифметическое 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 ИТП-МГ4 «250». В программатор прибора вводились фактическая толщина образца, температуры холодильника и нагревателя прибора, разность температур между которыми составляла 20 °С. Дальнейшее испытания проводились 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 испытания

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

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

$$\rho = \frac{M_3}{V_u}.$$

Объем испытываемого образца  $V_u$  вычисляли по результатам измерения его длины, ширины и толщины.

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

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

4.3 За результат принимали среднеарифметические значения коэффициента теплопроводности всех испытанных образцов.

<b>Содержание.....</b>	<b>№ стр.</b>
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 испытания.....	7
6. Результаты лабораторных испытаний.....	10
7. Обработка результатов лабораторных испытаний.....	12
Заключение.....	13
Список использованной литературы.....	14
Приложения:	
Приложение 1 – Приложение Д из СП-23-101-2004 .....	15
Приложение 2 – Копия Аттестата аккредитации .....	26

Работа по изучению влияния универсальных керамических материалов «Астратек» и «Moutrical» на теплопроводность образцов изготовленных из безусадочной 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 \_\_\_\_\_ «    » августа 2009 г.

Козлов Г.А. – исполнитель \_\_\_\_\_ «    » августа 2009 г.

Ким С.А. – исполнитель \_\_\_\_\_ «    » августа 2009 г.



## 1 Общие положения

1.1 Изучение влияния универсальных керамических материалов «Астратек» и «Moutrical» на теплопроводность образцов изготовленных из безусадочной быстротвердеющей смеси EMACO 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 измерении его плотности, температуры на поверхности 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 покрытия от -60 до + 260 °С, что позволяет проводить его испытания по ГОСТ 7076- 99.

Согласно ТУ-5768-018-48082823-2005, керамический материал «Moutrical» предназначен для теплоизоляции конструкций, имеет коэффициент теплопроводности 0,003 Вт/(м·°С), при температуре испытаний 20°С, температуру эксплуатации покрытия 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 толщины 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 «Moutrical» на теплопроводность проводилось на образцах изготовленных из быстротвердеющей смеси EMACO 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, определяют как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

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

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

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

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

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

1.4 Свод правил СП 23-101-2004 [ 3 ] содержит справочные данные о теплотехнических показателях строительных материалов и изделий используемое при проектировании тепловой защиты зданий и сооружений (Приложение 1).

1.5 Коэффициент теплопроводности воздуха в неподвижном состоянии при 20<sup>0</sup>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 слоев	№ образца					
				1	2	3	4	5	
1	Масса образца, г.		<b>0</b>	3255	3185	3260	3215	3240	
2	Размер образца, мм.	Длина		250	250	250	250	250	
		Ширина		249	250	249	249	250	
		Толщина		25,1	25,2	25,0	24,8	25,0	
3	Термическое сопротивление образца,			0,023	0,021	0,023	0,22	0,021	
4	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)			1,091	1,200	1,087	1,127	1,191	
5	Масса образца, г.			<b>2</b>	3280	3210	3285	3240	3265
6	Размер образца, мм.	Длина			250	250	250	250	250
		Ширина	249		250	249	249	250	
		Толщина	26,2		26,1	26,0	25,9	25,9	
7	Термическое сопротивление образца,		0,044		0,040	0,041	0,046	0,037	
8	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,596		0,653	0,634	0,563	0,700	
5	Масса образца, г.		<b>4</b>		3300	3235	3310	3260	3285
6	Размер образца, мм.	Длина			250	250	250	250	250
		Ширина		249	250	249	249	250	
		Толщина		27,2	27,0	27,0	26,7	26,9	
7	Термическое сопротивление образца,			0,062	0,058	0,059	0,062	0,053	
8	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)			0,439	0,466	0,458	0,431	0,508	

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

Таблица 2

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

## 7 Обработка результатов лабораторных испытаний

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

Таблица 3

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

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

Таблица 4

№ п. п	Показатели	Количество слоев	№ образца					Среднее значение	
			1	2	3	4	5		
1	Масса образца, г.	0	3225	3175	3245	3155	3210		
2	Размер образца, мм.		длина	250	250	250	250	250	
			ширина	249	249	249	249	249	
			толщина	25,1	24,9	25,2	24,8	25,1	
3	Термическое сопротивление образца,		0,022	0,021	0,023	0,021	0,021	0,022	
4	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		1,141	1,186	1,096	1,181	1,195	1,160	
5	Средняя плотность бетонного образца, кг/м <sup>3</sup>	2060	2050	2070	2040	2070	2060		
6	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Moutrical», г.	2	3255	3205	3280	3185	3245		
7	Масса слоя исследуемого материала «Moutrical», г.		30,0	30,0	35,0	30,0	35,0		
8	Толщина слоя исследуемого материала «Moutrical», после высыхания, мм		1,2	1,1	1,1	0,9	0,9		
9	Термическое сопротивление образца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,036	0,037	0,033	0,035	0,032	0,035	
10	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,725	0,703	0,797	0,734	0,813	0,754	
11	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Moutrical», Вт/(м·°С)	0,082	0,078	0,091	0,076	0,088	<b>0,083</b>		
12	Масса образца покрытого двумя слоями исследуемого материала «Moutrical», г.	4	3280	3225	3295	3205	3260		
13	Масса слоя исследуемого материала «Moutrical», г.		55,0	50,0	50,0	50,0	50,0		
14	Толщина слоя исследуемого материала «Moutrical», после высыхания, мм		2,1	1,8	2,0	1,9	2,0		
15	Термическое сопротивление образца, м <sup>2</sup> ·°С/Вт;		0,046	0,045	0,047	0,045	0,046	0,046	
16	Теплопроводность образца, Вт/(м·°С)		0,589	0,593	0,579	0,593	0,589	0,598	
17	Расчетный коэффициент теплопроводности слоя исследуемого материала «Moutrical», Вт/(м·°С)	0,084	0,079	0,076	0,087	0,083	<b>0,082</b>		

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Коэффициент теплопроводности слоя представленного керамического материала «Астратек» нанесенного на бетонные образцы составляет  $0,053 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .
2. Коэффициент теплопроводности слоя представленного керамического материала «Moutrical» нанесенного на бетонные образцы составляет  $0,082 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .
3. Рекомендуемая производителем толщина теплоизоляционного слоя в 2мм и 4 мм из испытанных материалов «Астратек» и «Moutrical» 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.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. -1959. С. 14.