

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального  
директора АО «ВНИИЖТ»



О.Н. Назаров

«28» апреля 2016г.

## Протокол № ТПС 3904-02/2016

испытаний жидкого керамического теплоизоляционного покрытия  
марки «Кмитэк» производства ООО «ГидраКом»

### 1 Место проведения испытаний

Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ» г. Щербинка.

Отделение «Тяговый подвижной состав».

Лаборатория «Системные вопросы организации ремонта».

### 2 Дата проведения испытаний

20-25 апреля 2016 г.

### 3 Основание для проведения испытаний

Письмо ООО «ГидраКом» от 12.04.2016 г. Исх. № 37/01 о проведении сравнительных испытаний в АО «ВНИИЖТ» сверхтонкого жидкого керамического теплоизоляционного покрытия марки «Кмитэк» производства ООО «ГидраКом» с проверкой тепловой эффективности на предмет возможности применения в локомотиворемонтном комплексе и на инфраструктурных объектах ОАО «РЖД» (Приложение № 1).

### 4 Объекты испытаний

4.1 Жидкое керамическое теплоизоляционное покрытие марки «Кмитэк» производства ООО «ГидраКом», изготовленное в соответствии с ТУ 5760-001-90129677-2014, с заявленным значением коэффициента теплопроводности  $\lambda=0,021 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{С}$ .

4.2 Водяной трубопровод диаметром 60 мм ( $D=0,06 \text{ м}$ ) и общей протяженностью 22,6 м ( $L=22,5 \text{ м}$ ) стенда для испытаний теплообменного оборудования до и после нанесения на внешнюю поверхность трубопровода жидкого керамического теплоизоляционного покрытия марки «Кмитэк» суммарной толщиной  $2\pm 0,3 \text{ мм}$  ( $\delta=0,002 \text{ м}$ ).

## 5 Цель испытаний

Оценка эффективности снижения тепловых потерь трубопровода стенда до и после нанесения сверхтонкого керамического теплоизолирующего покрытия марки «Кмитек» фиксированной толщины.

## 6 Объем и порядок проведения испытаний

Испытания проводились по Программе и методике испытаний, приведенной в Приложении № 2, в два этапа в следующей последовательности:

- до нанесения теплоизоляции на водяной трубопровод;
- после нанесения теплоизоляции на водяной трубопровод.

Работы по нанесению теплоизоляции на водяном трубопроводе стенда осуществлялись при участии и под контролем специалистов ООО «ГидраКом» согласно требований Инструкции по нанесению теплоизоляции «КМИТЭК». Материал наносился кистью послойно с толщиной одного наносимого слоя 0,5 - 0,7 мм. Время высыхания одного слоя составляло от 40 мин до 1 часа. Общая толщина нанесенного покрытия составила от 2,0 до 2,2 мм.

Каждый этап испытаний состоял из четырех опытов. В каждом опыте к промежуточному теплоносителю (воде) подводилось приблизительно одинаковое количество теплоты ( $35,5 \pm 0,5$  кВт) за исключением одного опыта, когда к теплоносителю было подведено 17,7 кВт. Расход воды по трубопроводу в каждом опыте был различным и находился в пределах от 3,38 до 6,01 м<sup>3</sup>/ч. Температуры воды в каждом опыте устанавливались с помощью изменения расхода воздуха через радиатор, который, в свою очередь, регулировался изменением производительности вентиляторной установки стенда. Температуры воздуха в помещении устанавливались в зависимости от температуры воды и температуры атмосферного воздуха.

## 7 Измеряемые параметры и средства измерения

Измеряемый параметр			Средство измерений		
Наименование	Обозначение и размерность	Место установки	Наименование	Предел измерений	Погрешность СИ
1	2	3	4	5	6
Давление охлаждающего воздуха в помещении стенда	$P_0$ , кПа	В помещении стенда	Барометр-анероид	90-120	Ц.д. 2 кПа
Температура охлаждающего воздуха ТВ1 в помещении стенда	$t_{01}, t_{02}, \dots$ $t_{0i}$ , °C	рис.1 поз.21	Термометр ртутный лабораторный ТЛ-4 ТУ 25-2021.003-88	0-55	Ц.д. 0,1 °C
Температура охлаждаемой жидкости перед радиатором	$t_1$ , °C	рис.1, поз.19		50-105	
Температура охлаждаемой жидкости после радиатора	$t_2$ , °C.	рис.1, поз.23			



1	2	3	4	5	6
Температура стенки трубы с нанесенной теплоизоляцией	$t_3, ^\circ\text{C}$		Комплект температурных и ультразвуковых датчиков в составе "DY-NAMETERS" типа DMTFP-1-2-3-D-C2/DP-V-N-S	-50-200	Погрешность 0,5 °C
Температура стенки трубы с нанесенной теплоизоляцией	$t_4, ^\circ\text{C}$				
Расход воды через радиатор	$V_1, \text{м}^3/\text{час}$	рис.1, поз.25		0-10	Не более 2%
Фазное напряжение, измеренное в цепи питания электроподогревателя	$U_{A-B},$ $U_{A-C},$ $U_{B-C}$	В	Тестор	0-400	Не более 1%
Сила тока в цепи питания электроподогревателя	$J_A,$ $J_B,$ $J_C$	А		0-25	

## 8 Определяемые показатели

По результатам непосредственных измерений расчетным путем определяются следующие параметры:

8.1 Тепловые потери трубопровода с жидким керамическим теплоизоляционным покрытием ( $Q_{\text{тр}}$ ) и без него, ( $Q_{\text{тр}0}$ ), Вт.

8.2 Удельные тепловые потери трубопровода с жидким керамическим теплоизоляционным покрытием ( $q_{\text{тр}}$ ) и без него, ( $q_{\text{тр}0}$ ), Вт / $^\circ\text{C}$ .

8.3 Относительные тепловые потери трубопровода ( $q_{\text{отн}1}$ ), определенные по количеству отводимого тепла (отношение  $q_{\text{тр}}$  к  $q_{\text{тр}0}$ ).

8.4 Относительные тепловые потери трубопровода ( $q_{\text{отн}2}$ ), определенные с помощью разницы температур стенок трубопровода с жидким керамическим теплоизоляционным покрытием ( $t_3$ ) и без него ( $t_4$ ).

Результаты измерений параметров и обработки результатов испытаний представлены в таблице 1.

## 9 Заключение

### Выводы

1 Представленное для испытаний сверхтонкое жидкое керамическое теплоизоляционное покрытие марки «Кмитэк» обеспечивает удовлетворительную адгезию с поверхностью водяных трубопроводов любой формы, конфигурации и размеров.

2 При нанесении теплоизолирующего покрытия «Кмитэк» специальной подготовки поверхности под нанесение теплоизолирующего покрытия не требуется.

3 Процесс нанесения теплоизолирующего покрытия «Кмитэк» контролируем по качеству его нанесения на поверхности и времени высыхания.

4 Специальных средств защиты персонала при работе с теплоизолирующим материалом «Кмитэк» и к вентиляции помещения не требуется.

5 Теплоизоляционное покрытие марки «Кмитэк» с заявленными физико-химическими свойствами и характеристиками, нанесенное на трубопровод диаметром 60 мм и протяженностью 22,6 м при толщине покрытия 2 мм, позволяет более, чем в 2 раза, сократить тепловые потери через стенки трубопровода.

### Рекомендации

1 АО «ВНИИЖТ» разработать методику и, при согласии Дирекции тяги ОАО «РЖД», организовать и провести на маневровых тепловозах ТЭМ18ДМ, ТЭМ2 или ЧМЭЗ эксплуатируемого парка ОАО «РЖД» с участием ООО «ГидраКом» и заинтересованных сторон сравнительные испытания:

- по оценке снижения тепловых потерь водяной, масляной и топливной систем тепловозов с внешним покрытием теплоизоляцией «Кмитэк» водяного, масляного и топливного трубопроводов, а также топливного бака, при работе на режимах малых нагрузок в условиях низких температур атмосферного воздуха;

- по проверке стойкости теплоизолирующего покрытия «Кмитек» к растрескиванию (отслаиванию) на поверхности трубопроводов и сохранении теплоизолирующих свойств в процессе эксплуатации тепловозов;

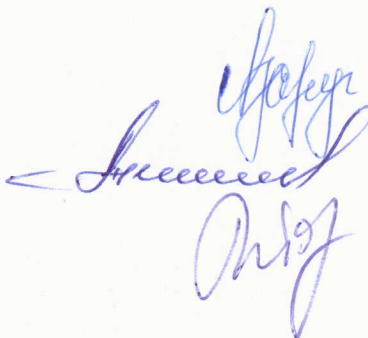
- возможности контроля технического состояния и срока службы теплоизоляции на поверхности трубопроводов.

Настоящий Протокол испытаний касается только образцов сверхтонкого жидкого керамического теплоизоляционного покрытия марки «Кмитек», подвергнутого испытаниям и проверкам на испытательном стенде АО «ВНИИЖТ».

Заведующий отделением ТПС

Заведующий лабораторией

Руководитель работы



А.В. Заручейский

Г.Г. Антюхин

В.И. Горин



Таблица 1

Наименование параметра	Обозн.	Разм.	Значение							
Номер этапа	-	-	1				2			
Номер опыта	-	-	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
Температура воздуха в помещении стенда	$t_{01}$	°C	28,6	27,9	29,9	27,6	31,7	25,4	25,6	25,9
	$t_{02}$		25,5	25,9	27,7	25,0	30,0	25,0	25,2	25,4
	$t_{03}$		25,1	25,4	26,7	24,6	29,5	23,5	23,6	23,8
	$t_{0cp}$		26,4	26,4	28,1	25,7	30,4	24,6	24,8	25,0
Температура воды перед радиатором	$t_1$		58,6	62,5	68,0	59,8	70,4	64,4	64,7	68,1
Температура воды после радиатора	$t_2$		53,2	57,2	63,8	55,0	67,5	58,5	58,8	59,3
Температура стенки трубы без ЖСТП	$t_3$		-	-	-	-	68,3	61,3	61,8	65,3
Температура наружной стенки ЖСТП	$t_4$		-	-	-	-	52,8	44,6	45,0	48,5
Расход воды	V	м <sup>3</sup> /ч	4,86	4,94	6,01	5,35	4,6	4,7	4,7	3,38
Напряжение между фазами питания ЭП	$U_{A-B}$	В	382	386	380	384	380	380	382	386
	$U_{A-C}$		381	384	381	383	381	381	381	389
	$U_{B-C}$		381	382	380	384	380	380	380	387
Ток в цепи питания ЭП	$J_A$	А	17,6	17,9	17,7	17,7	8,9	17,7	18	17,9
	$J_B$		18	18	17,8	17,8	9	17,8	18	17,9
	$J_C$		17,9	18,1	17,7	17,8	8,9	17,7	18	18
Тепловая мощность ЭП	$Q_{ЭП}$	кВт	35,3	35,9	35,1	35,4	17,7	35,1	35,0	36,1
Теплоотвод в радиаторе	$Q_P$	кВт	29,8	29,7	28,7	29,2	15,2	31,4	31,6	33,8
Тепловые потери трубопровода	$Q_{TP}$	кВт	5,5	6,2	6,4	6,2	2,4	3,6	3,5	2,3
Удельные потери трубопровода	$q_{ij}$	кВт/°C	187,0	184,3	169,2	197,1	63,1	98,7	93,8	59,4
	$q_{cp}$		184,4				78,7			
Относительное изменение тепловых потерь трубопровода	$q_{отн}$	-	0,43							
Относительное изменение тепловых потерь трубопровода, определенное с помощью $t_3$ и $t_4$	$q_t$	-	-	-	-	-	0,59	0,54	0,55	0,58
	$q_{\varphi}$		-	-	-	-	0,57			















