

DOI: 10.12737/article\_5c73fc15ccb41.40690275

<sup>1,\*</sup>Карпов Д.Ф.<sup>1</sup>Вологодский государственный университет

Россия, 160000, Вологда, ул. Ленина, д. 15

\*E-mail: karpov\_denis\_85@mail.ru

## ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕРМОКРАСКИ

**Аннотация.** Обозначена роль и значимость тепловой изоляции в решении вопросов энерго- и ресурсосбережения за счет сокращения тепловых потерь. Особое внимание уделено современной теплоизоляции – термокраске (теплоизоляционной краске) и ее основному теплофизическому свойству – коэффициенту теплопроводности. Знание точного значения коэффициента теплопроводности термокраски позволяет определять объективный расход материала и, соответственно, денежные затраты, необходимые для тепловой изоляции объектов. Предложены авторские запатентованные методы и средства теплового контроля коэффициента теплопроводности термокраски. На примере известных марок отечественных производителей теплоизоляционной краски представлены результаты расчетно-экспериментальных исследований в натуральных и лабораторных условиях фактического эксплуатационного коэффициента теплопроводности данного материала. Выполнено сравнение полученных результатов с данными заводов-изготовителей (производителей) термокраски.

**Ключевые слова:** тепловая изоляция, теплоизоляционный материал, теплоизоляционная краска.

**Введение.** Тепловая изоляция (теплоизоляция) играет важную роль в современном строительстве производстве и различных отраслях промышленности. Применение теплоизоляции позволяет решать вопросы экономии энергоресурсов, рациональной организации технологических процессов, жизнеобеспечения объектов различного назначения [1]. Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защитных элементов промышленного оборудования, трубопроводов, частей жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений. Наличие тепловой изоляции позволяет значительно повысить надежность, долговечность и эффективность эксплуатации зданий, сооружений, инженерного оборудования [2].

Теплоизоляция выполняет следующие функции: создает комфортные условия для проживания людей в жилых домах; снижает тепловые потери в окружающую среду от объектов (зданий, сооружений, оборудования, трубопроводов и др.); обеспечивает нормальный технологический процесс в аппаратах; поддерживает заданные температуры компонентов в технологических процессах; создает нормальные температурные условия (тепловой режим) для обслуживающего персонала; уменьшает температурные напряжения в металлических конструкциях, огнеупорной футеровке и т. п.; защищает от огня (противопожарная изоляция) строительные конструкции в технологических помещениях; сохраняет заданный температурный режим в холодильниках и хладо-проводящих системах; защищает от испарения сжиженные газы и легкие нефтепродукты при их хранении в изотермических резервуарах [3].

Теплоизоляционные материалы обычно классифицируют по признакам, подробно представленным в [4].

**Краткая характеристика и особенности термокраски.** Одним из методов решения задач энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве и промышленности является применение тепловой изоляции – для теплоизоляции жилых и промышленных объектов, отдельных инженерных систем и их элементов, оборудования и т.д.). Это в свою очередь привело к разработке совершенно новых материалов, механизм действия которых в корне отличается от работы классических теплоизоляторов. Одно из последних достижений научно-технического прогресса – термокраска. Во всем многообразии современной литературы можно встретить различные названия термокраски: жидкокерамическое теплоизоляционное покрытие, жидкое керамическое покрытие, керамическая изоляция, керамическая теплоизоляция, теплоизоляционная краска, жидкая тепловая изоляция, жидкая термоизоляция, жидкая теплоизоляция, теплокраска и др. На сегодняшний день материалы этого типа являются, пожалуй, наилучшим решением множества вопросов, связанных с тепловой изоляцией зданий, сооружений, инженерных систем. Более того, с их помощью можно разрешать проблемы, которые невозможно было разрешить, используя традиционные теплоизоляционные материалы [5].

Термокраска используется для того, чтобы покрыть поверхность практически любой формы. Этот вид изоляции отличается высокими теплоизоляционными свойствами, а также доста-

точно высокой степенью шумоизоляции, гидроизоляции и устойчивостью к образованию коррозии. Данные свойства теплоизоляционной краски обусловлены наличием в ней микросфер с разряженным воздухом. Микросферы не соприкасаются между собой, а подвергнуты дисперсии в акриловом полимере. Это делает возможным их нанесение на любой рельеф, в результате чего полученный сплошной слой обладает высокими эксплуатационными свойствами [6].

Термокраску наносят на поверхность по подобию традиционной краски кистями, валиками или способом безвоздушного распыления. После полимеризации образуется гибкая матовая поверхность с уникальными теплофизическими параметрами. Также за счет применения сверхлегкой теплоизоляции происходит достижение следующих значимых результатов: снижение расходов энергетических ресурсов в отопительный сезон путем уменьшения тепловых потерь (за счет утепления наружных ограждающих строительных конструкций); снижение расходов в летний период на кондиционирование воздуха внутри помещений путем тепловой изоляции крыши и стен здания; снижение прямых расходов при строительстве зданий и сооружений за счет возможности уменьшения толщины стен и габаритов фундамента в результате применения жидкой тепловой изоляции; возможность замены громоздких систем утепления фасадов зданий и сооружений, технологически сложных систем утепления инженерных систем и оборудования тонким слоем теплоизоляции; снижение трудозатрат

и времени в строительстве; снижение расходов на ремонт старой тепловой изоляции за счет отсутствия необходимости ее демонтажа; длительный срок службы инновационного покрытия.

В состав теплоизоляционной краски входят следующие обязательные компоненты: наполнитель, представляющий собой пустотелые микросферы – керамические, стеклянные, полимерные шарики микроскопических размеров, заполняемые разреженным воздухом. Наполнители могут различаться не только по своему составу, но и по однородности фракций, их размерам, соотношению различных композитных компонентов; связующее, изготовленное из полимеров, например, акрила или латекса.

Принцип работы системы жидкой теплоизоляции строится на основе таких принципов физики как теплоотдача, теплопроводность, отражение и тепловосприятие. Принцип работы жидких утеплителей заключается в создании ими теплового барьера, обладающего способностями рассеивать до 95 % инфракрасного излучения и отражать до 75 % падающих световых лучей. Эти свойства позволяют жидким утеплителям высокоэффективно справляться с теплоизоляцией помещений, защите их от солнечной радиации и перегрева в летнее время.

Рассмотрим основные теплотехнические характеристики термокраски на примере наиболее известных компаний по производству тепловой изоляции [7–10]: «Теплометт», «Магнитерм», «Броня» и «Корунд» (табл. 1).

Таблица 1

#### Основные теплотехнические характеристики термокраски различных производителей

Теплотехнические характеристики	«Теплометт»	«Магнитерм»	«Броня»	«Корунд»
Коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·К)	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	3,9	4,0	4,0	4,0
Коэффициент паропроницаемости материала, мг/(м·ч·Па)	0,001	0,03	0,03	0,001
Температура поверхности при нанесении материала, °С	от -20 до +150	от +7 до +150	от +7 до +150	от +5 до +150
Температура эксплуатации, °С	от -60 до +400	от -60 до +260	от -60 до +260	от -60 до +260
Время высыхания при температуре (20±2) °С, не менее ч	24	24	24	24
Стойкость покрытия к воздействию температуры (200±5) °С	без изменений			

**Тепловые методы и средства контроля теплопроводности термокраски.** Методы и средства теплового контроля и технической диагностики, благодаря своей точности, оперативности, надежности и безопасности, позволяют максимально эффективно определять качество ис-

следуемых материалов и изделий по их теплофизическим свойствам [11–15]. Ключевым теплофизическим свойством термокраски является коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) [6, 16].

Рассмотрим авторские методы и средства контроля коэффициента теплопроводности термокраски (производство «Теплометт» и «Броня»).

**Метод № 1** (патент РФ на изобретение № 2551663). Метод стационарный (рис. 1), реализуется в натуральных условиях для термокраски Теплометт Стандарт по следующему алгоритму:

1. Коэффициент теплопроводности  $\lambda_2$  термокраски 3 цилиндрической формы определяют по уравнению теплопередачи, Вт/(м·К):

$$\lambda_2 = 0,5 \ln \frac{d_3}{d_2} / \left( \frac{1}{\alpha_2 d_3} \left[ \frac{t_{ж1} - t_{с2}}{t_{с2} - t_{ж2}} \right] - \frac{1}{\alpha_1 d_1} - \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} \right), (1)$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр трубопровода 1;  $d_2$  – наружный диаметр трубопровода 1 и внутренний диаметр термокраски 3 на трубопроводе 1;  $d_3$  – наружный диаметр термокраски 3 на трубопроводе 1;  $t_{ж1}$  – температура теплоносителя 2;  $t_{ж2}$  – температура окружающей среды;  $t_{с1}$  – температура на наружной поверхности термокраски 3 на трубопроводе 1;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи соответственно между теплоносителем 2 и внутренней поверхностью трубопровода 1 и

наружной поверхностью термокраски 3 и окружающей среды;  $\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности трубопровода 1.

2. Коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  из уравнения теплопередачи (1) определяют по эмпирическим уравнениям с применением теории подобия. Аналитическая форма записи уравнений для определения коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  выглядит так, Вт/(м<sup>2</sup>·К):

$$\alpha_1 = \alpha_1(t_{ж1}, t'_{с1}, w, d_1, l), (2)$$

$$\alpha_2 = \alpha_2(t_{ж2}, t_{с2}, d_3), (3)$$

где  $t'_{с1}$  – ориентировочная температура внутренней поверхности трубопровода 1;  $w$  – скорость движения теплоносителя 2;  $l$  – геометрическая длина участка трубопровода 1.

3. Скорость движения теплоносителя 2 в трубопроводе 1 определяют по уравнению неразрывности, м/с:

$$w = \frac{4G}{\rho \pi d_1^2}, (4)$$

где  $G$  – массовый расход теплоносителя 2 в трубопроводе 1;  $\rho$  – плотность теплоносителя 2 при температуре теплоносителя  $t_{ж1}$ .

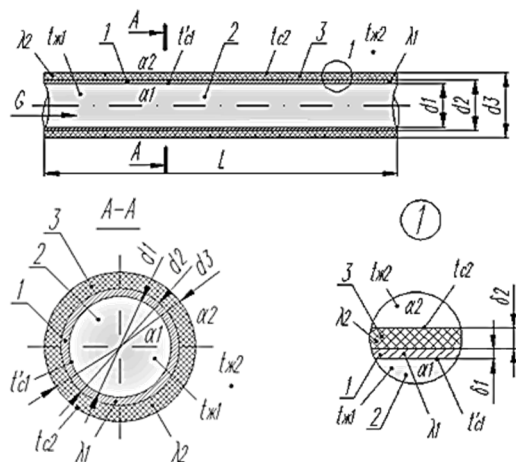


Рис. 1. Схема реализации метода № 1 (слева); 1 – трубопровод; 2 – теплоноситель; 3 – термокраска. Блок-схема для вычисления коэффициента теплопроводности термокраски (справа)

**Метод № 2** (патент РФ на изобретение № 2602595). Метод стационарный (рис. 2), реализуется в натуральных условиях в два этапа для термокраски Теплометт Стандарт по следующему алгоритму:

1. На первом этапе, перед нанесением термокраски 2 на одну из поверхностей плоской наружной стены 1, производят замеры температуры внутренней  $t_{с11}$  и наружной  $t_{с12}$  поверхностей плоской наружной стены 1, а также плотности теплового потока  $q_1$ , проходящего из отапливаемого помещения через исследуемую плоскую наружную стену 1 в окружающую среду.

2. На втором этапе, после нанесения термокраски 2 толщиной  $\delta_{из}$  на одну из поверхностей плоской наружной стены 1, производят аналогичные замеры температуры внутренней  $t_{с21}$  и наружной  $t_{с22}$  поверхностей плоской наружной стены 1 (с учетом толщины слоя термокраски 2), а также плотности теплового потока  $q_2$ .

3. Коэффициент теплопроводности  $\lambda_{из}$  термокраски 2 вычисляют по специальной расчетной формуле, Вт/(м·К):

$$\lambda_{из} = \frac{\delta_{из}}{\frac{t_{с21} - t_{с22}}{q_2} - \frac{t_{с11} - t_{с12}}{q_1}}, (5)$$

где  $\delta_{из}$  – толщина слоя термокраски 2;  $t_{c11}$  и  $t_{c12}$  – температура соответственно на внутренней и наружной поверхностях плоской наружной стены 1 до нанесения слоя термокраски 2;  $t_{c21}$  и  $t_{c22}$  – температура соответственно на внутренней и наружной поверхностях плоской наружной стены 1 после нанесения слоя термокраски 2

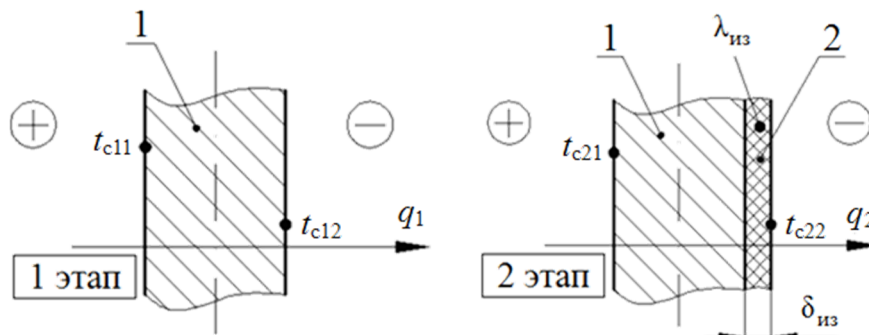


Рис. 2. Схема реализации метода № 2: 1 – плоская наружная стена; 2 – термокраска

**Метод № 3** (патент РФ на изобретение № 2568983). Метод стационарный, реализуется на устройстве (рис. 3) в лабораторных условиях для термокраски Теплометт Фасад по следующему алгоритму:

1. Измеритель теплопроводности 3 с помощью нагревателя 4 и холодильника 5 создает стационарный тепловой поток, проходящий через плоский трехслойный образец. По величине плотности теплового потока, температуре противоположных лицевых граней плоского трехслойного образца и его толщине, которая равна сумме толщин двух теплопроводных эталонов 1 и слоя термокраски 2, т. е.  $2\delta + \delta_{из}$ , измеритель теплопро-

водности 3 вычисляет эквивалентный коэффициент теплопроводности  $\lambda_{эКВ}$  плоского трехслойного образца.  
2. Коэффициент теплопроводности  $\lambda_{из}$  термокраски 2 вычисляют по специальной формуле:

$$\lambda_{из} = \frac{\delta_{из}}{\frac{2\delta + \delta_{из}}{\lambda_{эКВ}} - \frac{2\delta}{\lambda}}, \quad (6)$$

где  $\lambda_{эКВ}$  – эквивалентный коэффициент теплопроводности плоского трехслойного образца, определенный измерителем теплопроводности 3;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала теплопроводных эталонов 1;  $\delta$  – толщина одного эталона 1;  $\delta_{из}$  – толщина слоя термокраски 2.

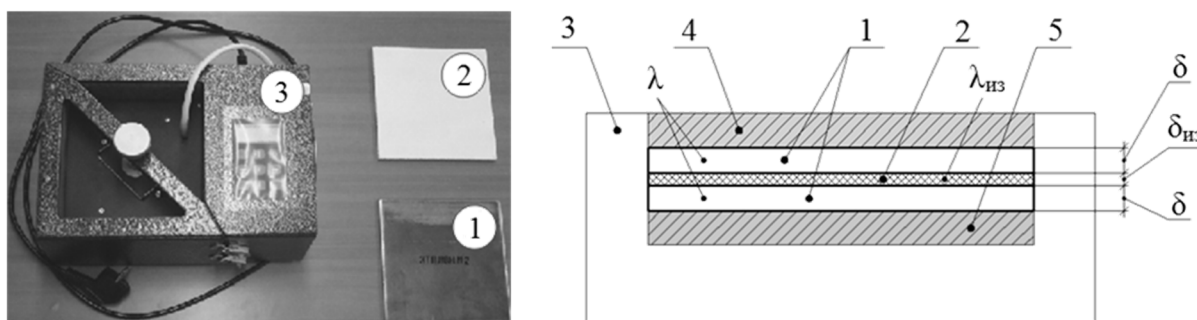


Рис. 3. Устройство (слева) и схема (справа) для реализации метода № 3 (слева): 1 – стальные теплопроводные эталоны (пластины); 2 – слой термокраски на стальной эталонной пластине; 3 – измеритель теплопроводности ИТС-1 «150»; 4 – нагреватель; 5 – холодильник

**Метод № 4** (патент РФ на изобретение № 2610348). Метод стационарный, реализуется в натуральных или лабораторных условиях (рис. 4) для термокраски Броня Классик по следующему алгоритму:

1. На поверхности плоского источника теплоты 1 локально расположена термокраска 2 толщиной  $\delta_{из}$ . Температура поверхности плоского источника теплоты 1  $t_{c1}$  равна температуре по-

верхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температуре окружающей среды  $t_b$ . Тепловой режим поверхности плоского источника теплоты 1 и поверхности термокраски 2 стационарный.

2. При стационарном тепловом режиме производят отдельно измерения температуры поверхности плоского источника теплоты 1  $t_{c1}$ , температуры поверхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температуры окружающей среды  $t_b$ .

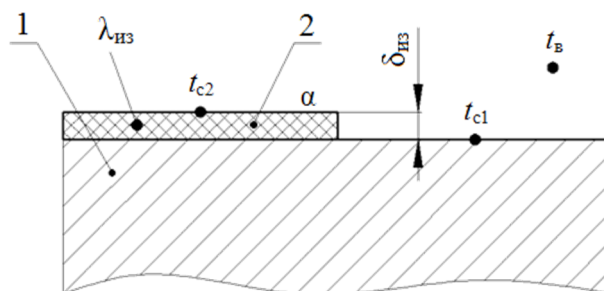


Рис. 4. Схема реализации метода № 4: 1 – плоский горизонтальный источник теплоты; 2 – термокраска

3. Коэффициент теплопроводности  $\lambda_{из}$  термокраски 2 в зависимости от расположения в пространстве поверхности плоского источника теплоты 1 вычисляют по специальной формуле:

- при вертикальном расположении в пространстве поверхности плоского источника теплоты 1:

$$\lambda_{из} = \alpha_1 \delta_{из} \frac{t_{c2} - t_B}{t_{c1} - t_{c2}}, \quad (7)$$

- при горизонтальном расположении в пространстве плоского источника теплоты 1 с теплоотдающей поверхностью, обращенной вверх:

$$\lambda_{из} = \alpha_2 \delta_{из} \frac{t_{c2} - t_B}{t_{c1} - t_{c2}}, \quad (8)$$

- при горизонтальном расположении в пространстве плоского источника теплоты 1 с теплоотдающей поверхностью, обращенной вниз:

$$\lambda_{из} = 0,5 \alpha_2 \delta_{из} \frac{t_{c2} - t_B}{t_{c1} - t_{c2}}, \quad (9)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи между поверхностью термокраски 2 и окружающей средой соответственно при вертикальном и горизонтальном расположениях плоского источника теплоты 1 (соответственно на рис. 5 график слева и на рис. 5 график справа);  $\delta_{из}$  – толщина слоя термокраски 2;  $t_{c1}$  – температура поверхности плоского источника теплоты 1;  $t_{c2}$  – температура поверхности термокраски 2;  $t_B$  – температура окружающей среды.

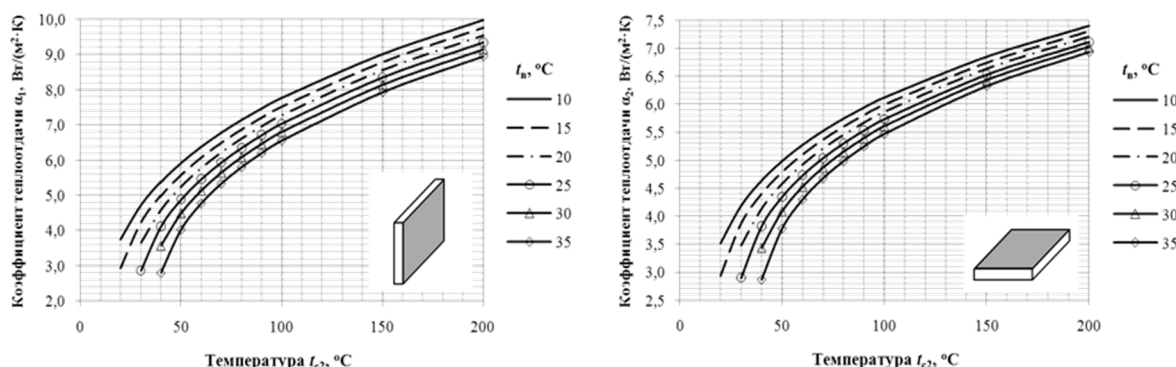


Рис. 5. График для определения: коэффициента теплоотдачи  $\alpha_1$  в зависимости от температуры поверхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температуры окружающей среды  $t_B$  при вертикальном расположении в пространстве поверхности плоского источника теплоты 1 (график слева); коэффициента теплоотдачи  $\alpha_2$  в зависимости от температуры поверхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температуры окружающей среды  $t_B$  при горизонтальном расположении в пространстве поверхности плоского источника теплоты 1 (график справа)

**Метод № 5** (патент РФ на изобретение № 2646437). Метод нестационарный, реализуется в натуральных или лабораторных условиях (рис. 6) для термокраски Броня Классик по следующему алгоритму:

1. На поверхности плоского источника теплоты 1 расположен локально слой термокраски 2 толщиной  $\delta_{из}$ . В режиме охлаждения поверхности плоского источника теплоты 1 в произвольный момент времени  $\tau$  температура поверхности плоского источника теплоты 1 равна  $t_{c1}$ , температура поверхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температура окружающей среды  $t_B$ .

2. В режиме охлаждения поверхности плоского источника теплоты 1 в произвольный момент времени  $\tau$  проводят отдельно измерения температуры поверхности плоского источника теплоты 1  $t_{c1}$ , температуры поверхности термокраски 2  $t_{c2}$  и температуры окружающей среды  $t_B$ .

3. Коэффициент теплопроводности  $\lambda_{из}$  термокраски 2 вычисляют по специальной расчетной формуле:

$$\lambda_{из} = k \alpha \delta_{из}, \quad (10)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи между поверхностью термокраски 2 и окружающей средой;  $\delta_{из}$  – толщина слоя термокраски 2.



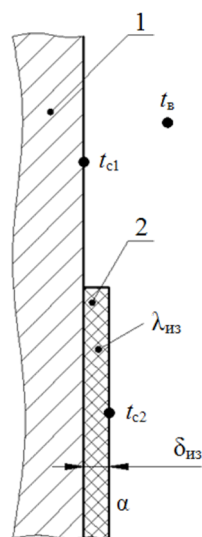


Рис. 6. Схема реализации метода № 5:  
1 – плоский вертикальный источник теплоты;  
2 – термокраска

4. Коэффициент пропорциональности вычисляют по эмпирической формуле:

$$k = a + be^{-\mu}, \quad (11)$$

где  $a = -0,64828604$ ,  $b = 3,1176277$  – параметры уравнения;  $\mu$  – первый корень характеристического уравнения.

5. Первый корень характеристического уравнения вычисляют по формуле:

$$\mu = \arccos\left(\frac{t_{c2} - t_B}{t_{c1} - t_B}\right), \quad (12)$$

где  $t_{c1}$  – температура поверхности плоского источника теплоты 1;  $t_{c2}$  – температура поверхности термокраски 2;  $t_B$  – температура окружающей среды.

6. Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  между поверхностью термокраски 2 и окружающей средой при вертикальном или горизонтальном расположении плоского источника теплоты 1 находят соответственно по графикам на рис. 5.

**Результаты расчетно-экспериментальных натуральных и лабораторных исследований коэффициента теплопроводности термокраски.** Информация о точном значении коэффициента теплопроводности термокраски позволяет проанализировать следующую последовательность зависимых параметров: «коэффициент теплопроводности термокраски – расход термокраски – стоимость термокраски – стоимость работ по теплоизоляции объекта». «Высокий» коэффициент теплопроводности термокраски «повысит» и остальные параметры в предложенной выше последовательности.

В предыдущем пункте работы представлены авторские запатентованные методы и средства теплового контроля теплопроводности термокраски. Данные методы и средства реализованы в натуральных и лабораторных условиях. Определен фактический коэффициент теплопроводности термокраски производства «Теплометт» и «Броня» и выполнено сравнение с данными заводов-изготовителей (производителей) (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты сравнения расчетно-экспериментальных коэффициентов теплопроводности термокраски с данными заводов-изготовителей (производителей)**

Коэффициент теплопроводности термокраски, Вт/(м·К)									
Теплометт Стандарт, г. Коломна, г. Челябинск		Теплометт Стандарт, г. Коломна, г. Челябинск		Теплометт Фасад, г. Коломна, г. Челябинск		Броня Классик, г. Москва, г. Волгоград		Броня Классик, г. Москва, г. Волгоград	
Метод № 1	Завод	Метод № 2	Завод	Метод № 3	Завод	Метод № 4	Завод	Метод № 5	Завод
0,005	0,0012	0,005	0,0012	0,0043	0,0012	0,023	0,0012	0,0045	0,0012

**Вывод.** По результатам проведенных исследований можно заключить: расчетно-экспериментальные значения коэффициента теплопроводности термокраски превышают данные заводов-изготовителей (производителей), как правило, в разы, что несомненно способствует увеличению расхода материала и повышает стоимость работ по теплоизоляции объектов.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Mahdavi A., Doppelbauer E.M. A performance comparison of passive and low-energy buildings // Energy and buildings. 2010. Volume 42. No. 8. Pp. 1314–1319.

2. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М. и др. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник. М.: Инфра-М, 2003. 268 с.

3. Хуторной А.Н., Цветков Н.А., Кузин А.Я. Теплозащитные свойства неоднородных наружных стен зданий: монография. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун.-та, 2006. 287 с.

4. ГОСТ 16381-77\*. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования. Введ. 01.07.1977. Переизд. март, 1992. М.: Издательство стандартов, 1992. 7 с.

5. Особенности применения жидкой теплоизоляции [Электронный ресурс]: статья. Режим доступа: <http://izolyar.com>.

6. Березина В.П. К исследованию теплопроводных качеств сверхтонких теплоизоляционных покрытий. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. С. 72.

7. Жидкая тепловая изоляция «Теплометт» [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <http://teplo-effect.ru>.

8. Инновационный жидкий утеплитель от производителя «Magniterm» [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <http://magniterm.com>.

9. Сверхтонкая теплоизоляция «Броня» [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <http://www.nano34.ru>.

10. Сверхтонкая жидкая теплоизоляция и гидроизоляция «Корунд» [Электронный ресурс]: официальный сайт. Режим доступа: <http://www.korund34.ru>.

11. Клюев В.В., Будадин О.Н., Абрамова Е.В. и др. Тепловой контроль композитных конструкций в условиях силового и ударного нагружения.

Изд. 1-е. М.: Издательский дом «СПЕКТР», 2017. 200 с.

12. Будадин О.Н., Потапов А.И., Колганов В.И., Троицкий-Марков Т.Е., Абрамова Е.В. Тепловой неразрушающий контроль изделий. М.: Издательство «Наука», 2002. 473 с.

13. Будадин О.Н., Вавилов В.П., Абрамова Е.В. Тепловой контроль: учеб. пособие. Изд. 2-е. М.: Издательский дом «Спектр», 2013. 176 с.

14. George S., Goravar S., Mishra etc. al. Stress monitoring and analysis using lock-in thermography // *Insight*. 2010. Vol. 52. No. 9. Pp. 470–474.

15. Vijayraghavan G.K., Majumder M.C., Ramachandran K.P. NDTE using flash thermography: numerical modelilling and analysis of delaminations in GRP pipes // *Insight*. 2010. Vol. 52. No. 9. Pp. 481–487.

16. Березина В.П., Карпов Ф.Д. К исследованию коэффициента теплопроводности сверхтонких теплоизоляционных покрытий. М.: МИЭЭ, 2018. С. 96–98.

#### Информация об авторах

**Карпов Денис Федорович**, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжение и вентиляция. E-mail: [karpov\\_denis\\_85@mail.ru](mailto:karpov_denis_85@mail.ru). Вологодский государственный университет. Россия, 160000, Вологда, ул. Ленина, д. 15, каб. 109.

Поступила в январе 2019 г.

© Карпов Д.Ф., 2019

<sup>1,\*</sup>**Karpov D.F.**

<sup>1</sup>Vologda State University

Russia, 160000, Vologda, St. Lenin, 15

\*E-mail: [karpov\\_denis\\_85@mail.ru](mailto:karpov_denis_85@mail.ru)

## THERMAL METHODS AND MEANS OF VERIFICATION THE THERMAL CONDUCTIVITY OF THE THERMAL PAINT

**Abstract.** *The role and significance of thermal insulation to address issues of energy and resource saving by reducing heat loss is indicated. Special attention is paid to the modern thermal insulation – thermal paint (thermal insulation paint) and its main thermal property – the coefficient of thermal conductivity. The exact values of the thermal conductivity coefficient of thermal paint allows to determine the objective consumption of material and monetary costs necessary for thermal insulation of objects. The author's patented methods and means of control the paint's thermal conductivity coefficient are proposed. The example of famous domestic brands that manufacture thermal insulation paint presents the results of calculation and experimental studies in natural and laboratory conditions of the actual operational coefficient of thermal conductivity of the material. The results are compared with the data of manufacturers of thermal paint.*

**Keywords:** *thermal insulation, thermal insulation material, thermal insulation paint, thermal paint, thermal control, thermal conductivity, thermal conductivity coefficient.*

#### REFERENCES

1. Mahdavi A., Doppelbauer E.M. A performance comparison of passive and low-energy buildings. *Energy and buildings*, 2010, vol. 42. no. 8, pp. 1314–1319.

2. Bobrov Yu.L., Ovcharenko E.G., Shoykhet B.M. etc. al. *Thermal insulation materials and construction: textbook*. М.: Infra-M, 2003, 268 p.

3. Khutornoy A.N., Tsvetkov N.A., Kuzin A.Ya. *Thermal insulation properties of inhomogeneous exterior walls of buildings: monograph*. Tomsk: Publishing House of Tomsk State University of Architecture and Construction, 2006, 287 p.

4. State standard 16381-77\*. Materials and products construction heat-insulating. Classification and general technical requirements. Introduced 01.07.1977. Reissued, march 1992, M.: Publishing House of standards, 1992, 7 p.

5. Features of the use of liquid insulation [Electronic resource]: article. Mode of access: <http://izolyar.com/>.

6. Berezina V.P. To the study of heat-conducting qualities of ultra-thin heat-insulating coatings. Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2018, p. 72.

7. Liquid thermal insulation "Teplomett" [Electronic resource]: official website. Mode of access: <http://teplo-effect.ru/>.

8. Innovative liquid insulation from the manufacturer "Magniterm" [Electronic resource]: official website. Mode of access: <http://magniterm.com/>.

9. Ultra-thin insulation "Armor" [Electronic resource]: official website. Mode of access: <http://www.nano34.ru/>.

10. Hyperfine liquid insulation and waterproofing "Corundum" [Electronic resource]: official website. Mode of access: <http://www.korund34.ru/>.

11. Klyuev V.V., Budadin O.N., Abramova E.V. etc. al. Thermal inspection of composite structures in terms of power and shock loading. Edition 1. M.: Publishing House "SPECTRUM", 2017, 200 p.

12. Budadin O.N., Potapov A.I., Kolganov V.I., Troitsky-Markov T.E., Abramova, E.V. Thermal non-destructive testing products. M.: Publishing House "Science", 2002, 473 p.

13. Budadin O.N., Vavilov V.P., Abramova E.V. Thermal control: textbook for universities. Edition 2. M.: Publishing House "SPECTRUM", 2013, 176 p.

14. George S., Goravar S., Mishra etc. al. Stress monitoring and analysis using lock-in thermography. Insight, 2010, vol. 52, no. 9, pp. 470–474.

15. Vijayraghavan G.K., Majumder M.C., Ramachandran K.P. NDTE using flash thermography: numerical modelilling and analysis of delaminations in GRP pipes. Insight, 2010, vol. 52, no. 9, pp. 481–487.

16. Berezina V.P., Karpov F.D. To the study of the thermal conductivity coefficient of super-thin thermal insulation coatings. M.: Moscow, Institute of Energy, Security and Energy Saving, 2018, pp. 96–98.

#### *Information about the authors*

**Karpov, Denis F.** Senior lecturer. E-mail: [karpov\\_denis\\_85@mail.ru](mailto:karpov_denis_85@mail.ru). Vologda State University. Russia, 160000, Vologda, Lenin St., 15, office 109.

---

*Received in January 2019*

#### **Для цитирования:**

Карпов Д.Ф. Тепловые методы и средства контроля теплопроводности термокраски // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №1. С. 61–68. DOI: 10.12737/article\_5c73fc15ccba41.40690275

#### **For citation:**

Karpov D.F. Thermal methods and means of verification the thermal conductivity of the thermal paint. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2019, no. 1, pp. 61–68. DOI: 10.12737/article\_5c73fc15ccba41.40690275