

УДК 536.2: 536.6

ДЕКУША Л.В.¹, ГРИЩЕНКО Т.Г.¹, ВОРОБЬЕВ Л.И.¹,
 МАЗУРЕНКО А.Г.², ШАПОВАЛОВ В.И.¹

¹Институт технической теплофизики НАН Украины

²Национальный Университет пищевых технологий

О РЕАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ И ВОЗМОЖНОСТЯХ “ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ” КРАСОК

Описано спеціалізований пристрій для контролю теплозахисних властивостей тонких покриттів, плівок і фарб, на якому досліджено характеристики ряду фарб на основі акрилового зв'язуючого з наповнювачем з порожнинних керамічних кульок. Коефіцієнт теплопровідності фарб лежить в діапазоні 0,05...0,09 Вт/(м·К), коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання – в діапазоні 0,04...0,05, а ступінь чорноти при температурах, близьких до кімнатних – в діапазоні 0,8...0,9.

Описано специализированное устройство для контроля теплозащитных свойств тонких покрытий, пленок и красок, на котором исследованы характеристики ряда красок на основе акрилового связующего с наполнителем из полых керамических шариков. Коэффициент теплопроводности красок лежит в диапазоне 0,05...0,09 Вт/(м·К), коэффициент поглощения солнечного излучения – в диапазоне 0,04...0,05, а степень чорноти при температурах, близких к комнатным – в диапазоне 0,8...0,9.

The specialized device for the control of heat-shielding properties of thin coverings, films and paints is described. Characteristics of some paints on acrylic basis with filling from hollow ceramic balls are investigated. The thermal conductivity for paints lays in a range 0,05...0,09 W/(m·K), factor of absorption of a solar radiation – in a range 0,04...0,05, and a total hemispherical emissivity at the room temperatures – in a range 0,8...0,9.

ПК – персональний комп'ютер;

ПТП – преобразователь теплового потока.

В настоящее время в строительную практику активно внедряются энергоэффективные материалы, имеющие малую толщину. При создании светопрозрачных конструкций хорошо себя зарекомендовали пленки и стекла с низкой поглощательной способностью. В последние годы ряд фирм предлагает краски и покрытия типа мас-тик, которые рекламируют как “теплоизолирующие” и “энергосберегающие”. Эти покрытия имеют различные фирменные и торговые названия: “Thermo-Shield”, “Thermal-Coat”, “Delta-T”, “Superthermo” и др., однако описания истории их создания, структуры и свойств очень похожи. Прототипы покрытий разработаны в NASA для космических аппаратов, в качестве связующего использована водорастворимая акриловая смола, а в качестве наполнителя выступают полые керамические (боросиликат натрия) шарики с размерами в несколько десятков микрометров и менее. Утверждается, что различные “энергоэффективные” краски отражают от 85 до 98 % инфракрасного теплового излучения. В некоторых реклам-

ных проспектах свидетельствуют, что эффективный коэффициент теплопроводности покрытия не превышает 0,001 Вт/(м·К), а слой краски толщиной 1 мм по теплоизолирующим свойствам соответствует слою минеральной ваты толщиной 150 мм. Такие декларируемые характеристики вызывают удивление и естественное недоверие. Цель данной работы состояла в экспериментальной проверке свойств указанных красок и выявлении возможных областей их эффективного применения.

Действие покрытий и тонких теплоизоляционных изделий базируется на использовании комплекса свойств – терморadiационных и кондуктивных. Поэтому для таких материалов не всегда корректно использование известных средств измерения коэффициента теплопроводности или поглощательной способности. В связи с этим в ИТТФ разработано специальное устройство для контроля теплозащитных свойств тонких материалов, в котором реализуются условия теплообмена, характерные для объекта, на котором приме-

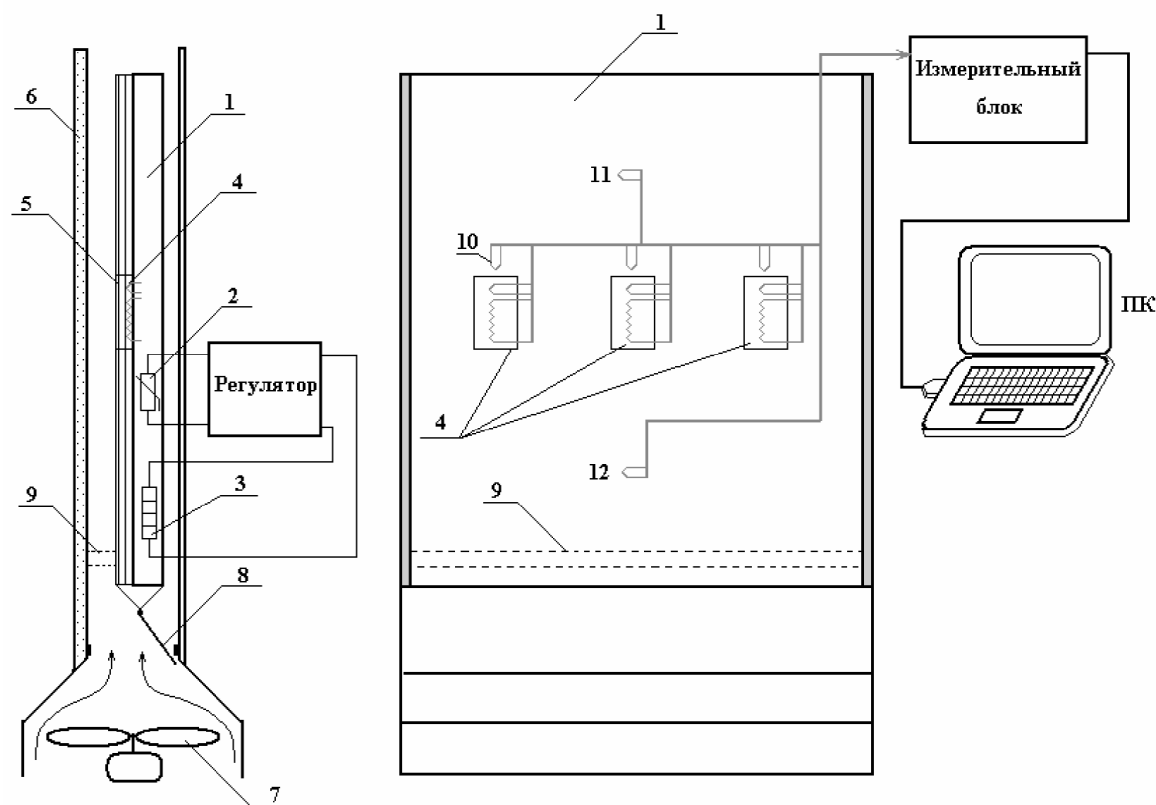


Рис. 1. Функционально-конструктивная схема устройства для контроля теплозащитных свойств покрытий и красок:

1 – плита, 2 – термометр сопротивления, 3 – нагреватель, 4 – преобразователи теплового потока с вмонтированными преобразователями температуры, 5 – контролируемое покрытие, 6 – экран, 7 – вентилятор, 8 – заслонка, 9 – турбулизирующие решетки, 10, 11, 12 – термоэлектрические преобразователи температуры, ПК – персональный компьютер.

няются эти материалы. Функционально-конструктивная схема устройства показана на рис.1.

Основой конструкции устройства является плита 1 из дюралюминия, в которую встроены термометр сопротивления 2 и нагреватель 3. Вместе с регулятором они образуют систему регулирования заданной температуры плиты. При проведении опытов эта температура устанавливается равной температуре объекта, для которого предназначены покрытия. В качестве первичных преобразователей при измерениях использованы биметаллические гальванические преобразователи теплового потока (ПТП) [1] и ленточные (толщиной до 0,05 мм) термоэлектрические преобразователи температуры. На рабочей поверхности плиты 1 установлены три ПТП с вмонтированными преобразователями температуры (термопарами) 4. При опытах на поверхность одного из

ПТП наносят контролируемое покрытие 5. Вторым ПТП оставляют свободным для контроля теплообмена на незащищенной поверхности, а третий ПТП зарезервирован для нанесения покрытия с известными свойствами для сравнения с контролируемым. Напротив рабочей поверхности плиты установлен экран 6, причем для имитации различных условий теплообмена можно устанавливать экраны с разной поглощательной способностью – от 0,1 у алюминиевой фольги до 0,9 у оргстекла.

При исследовании возможностей использования покрытия для защиты от внешнего теплового излучения (например, от солнца) в качестве экрана целесообразно использовать тонкую полиэтиленовую пленку с широким спектром пропускания. Экран 6 и рабочая поверхность плиты 1 создают плоский канал, в котором для воспро-

изведения конвективного теплообмена с помощью вентилятора 7 продувается воздух. Заслонка 8 позволяет при необходимости направлять часть воздуха от вентилятора на обратную часть плиты 1 для ее охлаждения. Турбулизирующие решетки 9 предназначены для пространственного выравнивания коэффициента конвективного теплообмена в канале. Устройство оснащено термоэлектрическими преобразователями температуры 10, 11, 12 соответственно для измерения температур поверхностей покрытий, плиты и воздуха. Сигналы первичных преобразователей подаются на измерительный блок, откуда данные в цифровой форме по последовательному интерфейсу передаются в персональный компьютер ПК для дальнейшей обработки. Устройство позволяет сравнивать интегральные теплозащитные свойства различных тонких материалов, а также оценивать их термическое сопротивление и поглощающую способность.

При исследованиях были определены интегральные коэффициент поглощения и степень черноты покрытия при различных температурах излучателя, а также при воздействии прямого солнечного излучения, т.е. при различном спектральном распределении теплового излучения. Определен также коэффициент теплопроводности слоя покрытия при температурах, близких к комнатным.

Установлено, что коэффициент поглощения испытанных красок для солнечного излучения действительно достаточно мал. Так, для двухмиллиметрового слоя краски "Superthermo" коэффициент поглощения солнечного излучения составляет 0,04...0,05. Однако, для температур излучателя от комнатных до нескольких сотен градусов интегральный полусферический коэффициент поглощения составляет 0,8...0,9, т.е. покрытие поглощает большую часть длинноволнового инфракрасного спектра. Соответственно, покрытие имеет такие же значения степени черноты и, следовательно, тепловым излучением отдается до 80...90 % энергии, излучаемой абсолютным черным телом при такой же температуре.

Измеренные значения коэффициента теплопроводности для исследованных красок и покрытий лежат в диапазоне 0,05...0,09 Вт/(м·К), т.е. соответствуют теплопроводности обычных

теплоизоляционных материалов и не противоречат расчетным данным для пористой акриловой смолы.

Таким образом, предложенные краски могут защитить лишь от теплового солнечного излучения и эффективны для нанесения на оборудование, которое нужно защитить от перегрева: космические аппараты, газгольдеры, крыши зданий в южных регионах и т.д. В этом смысле краски действительно являются "энергоэффективными", так как позволяют экономить энергию на охлаждении и кондиционировании этих объектов. Вследствие того, что краски имеют низкую тепловую активность (тепловую восприимчивость), они могут быть использованы для защиты персонала от ожогов при кратковременных прикосновениях к нагретым элементам оборудования, которые нельзя покрыть слоем обычной теплоизоляции (например, элементы управления задвижек и вентилях на трубопроводах).

В то же время рассмотренные покрытия совершенно не способны заменить тепловую изоляцию тех объектов, где нужно защититься от потерь теплоты — теплотрасс, фасадов зданий, технологического оборудования, имеющего температуру поверхности до нескольких сотен градусов. В этих случаях необходимо применять сертифицированные по теплопроводности изоляционные материалы, толщина которых рассчитывается по известным методикам и, как правило, значительно превышает толщину слоя краски. При необходимости уменьшить радиационную составляющую теплообмена, нужно покрывать изоляцию оборудования слоем материала с низкой степенью черноты в длинноволновой области инфракрасного спектра, например, алюминиевой фольгой.

Выводы

Коэффициент теплопроводности "энергоэффективных" красок лежит в диапазоне 0,05...0,09 Вт/(м·К), коэффициент поглощения солнечного излучения — в диапазоне 0,04...0,05, а степень черноты при температурах, от комнатных до 400 °С — в диапазоне 0,8...0,9. Краски могут применяться для защиты от солнечного

излучения или предохранения персонала от ожогов при кратковременных прикосновениях к горячему оборудованию. Однако по сравнению с традиционной теплоизоляцией краски не эффективны при использовании для защиты от теплопотерь эксплуатирующихся при средних температурах объектов — зданий, трубопроводов, энергетического и технологического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30619-98 (ДСТУ 3756-98) Энергосбережение. Преобразователи теплового потока термоэлектрические общего назначения. Общие технические условия. — Киев: Держстандарт Украины, 2000. — 22 с.

Получено 24.05.2006 г.