

В нашей стране энергосбережение является важнейшей задачей. В первую очередь это обусловлено низкой среднегодовой температурой окружающей среды, значительной длительностью отопительного сезона, а также наличием большого числа устаревшего оборудования. Традиционные теплозащитные покрытия (ТЗП) на основе волокнистых теплоизоляторов обладают рядом существенных недостатков, таких, как потеря теплозащитных свойств при увлажнении, необходимостью предварительной тщательной антикоррозионной обработки защищаемой поверхности, недолговечностью покрытия [1]. Одним из путей решения этой задачи является применение новых высокоэффективных тепло-огнезащитных композитных материалов. Реализация тепловой защиты требует знания свойств и параметров, применяемых материалов. Благодаря уникальным свойствам, энергосберегающее покрытие может применяться в различных отраслях народного хозяйства: - в химической промышленности для теплоизоляции реакторов, работающих с нагревом или охлаждением, что позволит снизить энергозатраты на разогрев или охлаждение реакционных масс; - для наружной теплоизоляции зданий и сооружений и внутренней обработки помещений с целью предотвращения обмерзания и сырости стен, что значительно упростит и снизит стоимость и сроки проведения работ, улучшит микроклимат в помещениях; - в жилищно-коммунальном хозяйстве для антикоррозионной и тепловой защиты трубопроводов горячего водоснабжения и отопления; - в пищевой промышленности для защиты от обмерзания криогенных аппаратов и коммуникаций; - в энергетике для термоизоляции парогенераторов, паропроводов, водонагревателей и теплотрасс горячего отопления и водоснабжения; для покрытия оборудования с целью защиты персонала от контактных ожогов горячими металлическими поверхностями (до 230оС). Улучшатся условия труда и климатические условия в производственных помещениях; - для антиконденсатного и антикоррозионного покрытия трубопроводов холодного водоснабжения, эксплуатируемого в помещениях с неблагоприятным влажностно-температурным режимом. В отличие от других теплоизоляторов, предложенное нами ТЗП имеет полный набор положительных качеств, сконцентрированных в одном материале. Комплексные исследования проблемы создания и применения ТЗП для снижения потерь тепловой энергии позволили разработать жидкую композицию на основе акриловой дисперсии, стеклянных микросфер и функциональных наполнителей для получения ТЗП при отверждении в течение 24 часов в естественных условиях. Предлагаемое ТЗП на его основе долговечно, так как не боится воды, солнца, холода, мороза, в меру эластично и пожаробезопасно. Покрытие имеет невысокое значение плотности, поэтому не несет дополнительной нагрузки на объект, не имеет эффекта парусности, экологически безопасно и не имеет отходов при применении. Были определены следующие свойства жидких композиций и ТЗП: -плотность, по методике испытания мастик строительных, полимерных [2], с применением

весов 2 класса ВЛР-200; - содержание массовой доли сухого вещества, по методике для латексов синтетических [3], с применением весов 2 класса ВЛР-200 и шкафа сушильного СНОЛ-58/350; - теплопроводность, по методике испытания материалов и изделий строительных [4], с применением измерителя теплопроводности ИТП-МГ «100»; - водопоглощение, по методике испытания мастик кровельных и гидроизоляционных [5]; - прочность сцепления с металлом и бетоном, по методике испытания мастик кровельных и гидроизоляционных, с использованием разрывной машины типа 2038; - условная прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве, по методике испытания материалов полимерных эластичных материалов [6]. В качестве связующего энергосберегающего покрытия из ряда водных дисперсий акриловых полимеров был выбран акриловая дисперсия «Акрэмос-101» (ТУ 2241-134-05757593-2000). Данное связующее обладает рядом существенных преимуществ. В частности, изготовление и применение жидкой композиции для получения ТЗП экологически безопасно, полностью безотходно и ведется при температуре окружающей среды. Характеристика водной дисперсии «Акрэмос-101» приведена в таблице 1.

Наименование показателя	Норма	Внешний вид
Молочно-белая жидкость без посторонних включений	Массовая доля сухого вещества 47-51 рН 7-9	Устойчивость к хлористому кальцию
Выдерживает испытания	Внешний вид пленки Однородная без видимых посторонних включений	Стабильность к механическому перемешиванию
Выдерживает испытания	Высокие теплозащитные характеристики энергосберегающего покрытия достигаются, за счет использования полых негорючих алюмоборосиликатных микросфер. Полые микросферы содержат замкнутые наполненные воздухом поры [7], имеют размеры от 10 до 100 мкм, и насыпную плотность 0,18-0,30 г/см ³ и непроницаемы для паров и конденсированной влаги, благодаря чему высохшее покрытие имеет низкую водопроницаемость, и, в отличие от волокнистых теплоизоляционных материалов [8], не зависит от срока эксплуатации. Малая чувствительность энергосберегающих покрытий к воздействию воды делает незаменимым этот вид теплоизоляции при защите теплопроводов в затопляемых местах, например, в подвалах домов. В таблице 2 приведены характеристики используемых стеклянных микросфер. Полученные результаты (см. табл. 3) свидетельствуют, что энергосберегающее покрытие обладает низким водопоглощением [9], хорошими теплоизоляционными показателями, высокой адгезией к основе.	

Таблица 2 - Характеристика используемых стеклянных микросфер

Тип микросфер	Размер, мкм	Истинная плотность, г/см ³	Коэффициент заполнения объема, %
Марка МС-В группа 2Л	20-190	0,24	63
Марка МС группа А2	15-120	0,31	66
Марка Т32	20-160	0,32	60

В качестве параметра, характеризующего теплостойкость покрытия, было выбрано значение проходящего теплового импульса при моделировании воздействия светового

излучения не менее 14,5 кал/см², что соответствует 61,05 Дж/м² Световое излучение представляет собой электромагнитное излучение оптического диапазона, включающее ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра. Испытание проводилось на установке «Луч-МЗ» [10].

Таблица 3 - Результаты испытаний оптимального состава и энергосберегающего покрытия

Наименование показателя	Значение
Плотность в жидком состоянии, г/м ³	0,50
Содержание сухого остатка, %	63,6
Водопоглощение за 24 часа по объему, %	4,1-5,7
Количество микросфер, масс%	35
Плотность отвердевшего покрытия, г/м ³	0,35
Контактная теплопроводность, Вт/м К	0,041-0,065
Прочность сцепления с металлом, кг/см ² (отрыв когезионный по теплозащитному покрытию)	6,4
Прочность сцепления с бетоном, кг/см ² (отрыв когезионный по теплозащитному покрытию)	7,7
Условная прочность при растяжении, кгс/см ²	7,1
Относительное удлинение при разрыве, %	14,4

Для оценки влияния стеклянных микросфер наполнителя на изменение исследуемого параметра, испытания проводили на серии образцов с различным содержанием микросфер в полимерной композиции. Толщина образцов 2 мм. Критерием, оценивающим теплозащитную способность покрытия, является значения проходящего импульса не более 1,86 кал/см² (7,83 Дж/м²)

В таблице 4 приведены полученные результаты измерения проходящего импульса.

Таблица 4 - Результаты измерения проходящего импульса

Количество микросфер, масс%	Проходящий импульс, кал/см ²	Проходящий импульс Дж/м ²
10	1,53	6,44
20	1,46	6,14
30	1,41	5,93

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что разработанное покрытие обладает теплозащитными свойствами. Значение проходящего импульса снижается пропорционально увеличению содержания стеклянных микросфер и остаточное горение покрытия отсутствует.

На рисунке 1 представлена микрофотография энергосберегающего покрытия, полученная на оптическом конфокальном микроскопе Olympus Ix70. Из микрофотографий видно, что стеклянные микросферы равномерно распределены по всему периметру покрытия, сохраняя при этом свою форму при перемешивании.

Рис. 1 - Микрофотография среза энергосберегающего покрытия (увеличение в 50 раз)

Энергосберегающее покрытие лишено недостатков присущих обычным теплоизоляторам и может быть нанесено на теплопроводы в местах, где невозможно или затруднительно применение традиционной волокнистой изоляции: на запорную арматуру, клапаны, труднодоступные места сопряжения трубопроводов. Энергосберегающее покрытие обеспечивает защиту персонала от термических ожогов. Введение в состав энергосберегающего покрытия антипиренов повышает уровень защиты покрытия при воздействии высоких температур и открытого пламени. Таким образом, разработанное энергосберегающее покрытие обладает достаточно высокими эксплуатационными показателями. Процесс изготовления состава энергосберегающего покрытия достаточно прост. В перемешивающее устройство вводят связующие, затем последовательно добавляют

функциональный наполнитель, функциональные добавки. Перемешивание осуществляют при комнатной температуре до достижения однородного состава смеси. Нанесение защитного покрытия можно производить краскопультом, обеспечивающим рабочее давление не менее 6 атм., волосяной кистью с длинной мягкой щетиной, валиком большого диаметра с жестким слоем поролона, толщиной 5-10 мм. Не допускается наносить состав на влажную или обледенелую поверхность. Температура поверхности не должна быть ниже +7 0С. Рекомендуется работать в сухую погоду, т.к. материал разжижается водой, и он не высохнет. Для повышения адгезии между покрытием и обрабатываемой поверхностью на подготовленную поверхность наносят грунтовку разбавленным составом. Первый слой покрытия наносят после высыхания грунтовочного слоя. При работе продукт в расходной емкости необходимо время от времени перемешивать, чтобы не допустить расслоения энергосберегающего состава.