

АННОТАЦИЯ ПО ПРОЕКТУ

Государственный контракт №02.740.11.0760 от 12 апреля 2010 г.

Тема: «Разработка метода снижения потерь тепловой энергии через светопрозрачные конструкции зданий и сооружений с использованием полимерной пленки с низкоэмиссионным покрытием»

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

Ключевые слова: низкоэмиссионное покрытие, теплоизоляция оконных конструкций, полимерная пленка, ионно-плазменные технологии, магнетронное распыление.

1. Цель проекта

1.1 Разработка новых технических средств в области технологий создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии.

1.2 Разработка метода снижения потерь тепловой энергии через светопрозрачные конструкции зданий и сооружений с использованием полимерной пленки с долговечным многослойным низкоэмиссионным покрытием, а также методов формирования таких покрытий. Разработка научно-технических основ метода модернизации существующих окон, обеспечивающего увеличение сопротивления теплопередаче оконного блока с двухслойным остеклением в отдельных переплетах в 2 раза.

2. Основные результаты проекта

2.1 В результате проведения тепловизионного контроля и определения фактического сопротивления теплопередачи окон с низкоэмиссионной пленкой и без нее показано, что установка такой пленки на окнах примерно в 2 раза сокращает тепловые потери через них. Проведена оценка экономического эффекта от внедрения светопрозрачных конструкций с теплосберегающим покрытием на полимерной пленке. Показано, что экономия тепловой энергии при установке низкоэмиссионной пленки на 1 м² окна в отдельных переплетах с двойным остеклением составляет около 190 рублей за отопительный сезон, а экономия тепловой энергии на 1 м² в двухкамерном стеклопакете в ПВХ переплете с низкоэмиссионной пленкой – около 140 рублей за отопительный сезон;

2.2 Разработана технология осаждения долговечных низкоэмиссионных теплосберегающих покрытий структуры $\text{TiO}_2/\text{ZnO:Ga/Ag/ZnO:Ga/TiO}_2$ на полиэтилентерефталатную пленку, обладающие прозрачностью в видимой области спектра 85-87 % и отражением в инфракрасном диапазоне длин волн не менее 91 %. Разработаны макеты светопрозрачных конструкций с низкоэмиссионной пленкой, которые показали увеличение приведенного сопротивления теплопередаче с 0,38 м²·°С/Вт для окна марки ОР-15-13,5 до 0,73 м²·°С/Вт при использовании одной низкоэмиссионной пленки и до 0,88 м²·°С/Вт при использовании двух низкоэмиссионных пленок;

2.3 Новизна подхода, используемого при выполнении проекта, заключалась в том, что при реализации системы низкоэмиссионных покрытий металлический функциональный слой был нанесен с помощью сильноточного импульсного магнетронного распыления, а барьерные (защитные) слои были заменены на оксид цинка легированный галлием;

2.4 При реализации системы низкоэмиссионных покрытий, металлический функциональный слой, обычно осаждаемый методом магнетронного распыления на постоянном или импульсном токе, был нанесен с помощью сильноточного импульсного магнетронного распыления. Кроме того, металлические слои, обычно используемые в качестве барьерных (защитных), были заменены на оксидные слои, в частности на оксид цинка легированный галлием. Такая замена позволила не только повысить итоговую прозрачность всей системы $\text{TiO}_2/\text{ZnO:Ga/Ag/ZnO:Ga/TiO}_2$ до 87 %, но и существенно

увеличить стойкость покрытия к атмосферным воздействиям, а именно влаги..

3. Назначение и область применения результатов проекта

3.1 Результаты НИР могут быть востребованы предприятиями, организациями, решающими задачи снижения потерь тепла из отапливаемых помещений: строительными организациями, управляющими компаниями, обслуживающими жилищный фонд, а также частными лицами;

3.2 Научно-техническая продукция может применяться для организации производства теплосберегающей полимерной пленки, предназначенной для использования в существующих отапливаемых зданиях и сооружениях;

3.3 В последнее время при остеклении зданий и сооружений все чаще используют системы, представляющие собой обычное оконное стекло с нанесенным на одну из его сторон теплосберегающим покрытием. Создание нового вида продукции – теплового экрана на основе полимерной пленки с долговечным низкоэмиссионным покрытием позволит частично вытеснить с рынка теплосберегающие стекла в виду более низкой стоимости теплового экрана;

3.4 Использование стеклопакетов с теплосберегающими стеклами позволяет существенно снизить теплопотери через светопрозрачные ограждающие конструкции, однако их установка требует полной замены оконного блока. Стоимость такой замены значительна и составляет не менее 6000 руб/м². Оценки экономического эффекта от внедрения светопрозрачных конструкций с теплосберегающим покрытием на полимерной пленке показали, что экономия тепловой энергии при установке низкоэмиссионной пленки на 1м² окна в отдельных переплетах с двойным остеклением составляет около 190 рублей за отопительный сезон. Расчетная удельная стоимость производства и крепления пленки с покрытием (при производительности установки по нанесению покрытий на уровне 1000000 м²/год) составляет около 150 руб/м², следовательно затраты по модернизации существующих окон окупаются в течение одного отопительного сезона. Таким образом, использование тепловых экранов позволит сократить затраты на отопление при минимальных вложениях в модернизацию светопрозрачных конструкций;

3.5 Планируется, что объекты интеллектуальной собственности могут быть созданы на основании полученных результатов после завершения проекта. Возможна организация производства тепловых экранов на основе полимерной пленки с долговечным низкоэмиссионным покрытием или заключение лицензионного договора с третьими лицами на производство такой продукции;

3.6 На основе результатов НИР могут быть созданы тепловые экраны на основе полимерной пленки с долговечным низкоэмиссионным покрытием, позволяющие сократить тепловые потери через окна примерно в 2 раза. Предполагаемым потребителем пленки являются строительные организации, управляющие компании, а также частные лица. На начальном этапе производства тепловых экранов объем сбыта может составить около 1 млн. м²/год, на 3 год производства – около 3 млн. м²/год. Предполагаемый срок окупаемости составляет 2 года с момента выхода на объемы производства тепловых экранов 1 млн. м²/год.

4. Достижения молодых исследователей – участников Проекта

В проекте принимали участие молодые исследователи Работкин С.В. (к.т.н., н.с.) и Шипилова А.В. (м.н.с.). При их непосредственном участии была разработана технология осаждения долговечных низкоэмиссионных покрытий на полимерную пленку, соответствующая мировому уровню в области создания энергосберегающих систем, что позволит использовать полученные результаты при написании диссертаций и продолжить исследования в направлении улучшения эксплуатационных характеристик теплосберегающих покрытий.

В проекте принимали участие молодые исследователи Осирко В.О. (аспирант) и Жмуровский А.В. (магистрант). При их непосредственном участии был разработан

источник питания для сильноточного импульсного магнетрона, используемого в технологии осаждения долговечных низкоэмиссионных покрытий на полимерную пленку, соответствующий мировому уровню в области физической электроники, что позволит использовать полученные результаты при написании диссертаций и продолжить исследования в направлении создания современных импульсных источников питания для ионно-плазменных технологий.

В проекте принимали участие молодые исследователи Кожевников В.Ю.(к.ф.-м.н., инженер) и Ковальчук А.Н. (аспирант). При их непосредственном участии был разработан численный код для расчета оптических характеристик многослойных тонкопленочных покрытий, соответствующий мировому уровню в области компьютерного моделирования свойств наноматериалов, что позволит использовать полученные результаты при написании диссертаций и продолжить исследования в направлении улучшения эксплуатационных характеристик многослойных оптических покрытий.

В проекте принимали участие молодые исследователи Ахмадеев Ю.Х. (к.т.н., н.с.), Ионов И.В. (аспирант) и Терентьев Д.Н. (студент). При их непосредственном участии была разработана и изготовлена макетная установка для нанесения низкоэмиссионных покрытий на рулонные полимерные пленки, соответствующая мировому уровню в области вакуумной и плазменной электроники, что позволит использовать полученные результаты при написании диссертаций и продолжить исследования в направлении совершенствования технологического оборудования для осаждения покрытий.

В проекте принимали участие молодые исследователи Соловьев А.А. (к.т.н., н.с.), Голубева А.В. (магистрант) и Гренадёр А.С. (магистрант). При их непосредственном участии были исследованы особенности формирования ультратонких металлических пленок, соответствующие мировому уровню в области физики конденсированного состояния, что позволит использовать полученные результаты при написании диссертаций и продолжить исследования в направлении создания тонкопленочных покрытий с заданными свойствами.

5. Опыт закрепления молодых исследователей – участников Проекта в области науки, образования и высоких технологий

В ходе выполнения проекта были приняты на работу в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН) пять молодых специалистов – участников проекта. Осирко В.О. на должность инженера (02.08.2010), Пасмуров В.С. на должность инженера (03.12.2010), Ионов И.В. на должность инженера (01.10.2011), Ковальчук А.Н. на должность инженера (06.09.2012), Голубева А.В. на должность техника (01.11.2011).

Проблем в ходе закрепления молодых исследователей не возникло.

6. Перспективы развития исследований

6.1 Налажена совместная работа с Испытательным центром «Стромтест» при Томском государственном архитектурно-строительном университете и НП «Региональный центр управления энергосбережения», г. Томск.

6.2 НОЦ «Сильноточная электроника» проекты по аналогичной тематике не проводил.

6.3 Сотрудничество с зарубежными исследовательскими центрами для развития в России технологии осаждения долговечных низкоэмиссионных покрытий на полимерную пленку не является необходимым.

7. Сведения в табличном формате:

Сведения о результатах интеллектуальной деятельности, полученных в ходе исполнения Государственного контракта	Не предусмотрено Государственным контрактом
---	---

(этапа проекта)	
Сведения о публикациях, выпущенных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 2 к аннотации
Сведения о диссертациях, подготовленных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 3 к аннотации
Сведения о выступлениях на конференциях, проведенных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 4 к аннотации
Сведения о внедрении результатов проекта в образовательный процесс, полученных в ходе исполнения Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 5 к аннотации
Сведения об исполнителях Государственного контракта (этапа проекта)	Приложение 6 к аннотации

Зам. руководителя работ по проекту

Зав. лабораторией ИСЭ СО РАН

_____ Н.С. Сочугов

Руководитель организации-исполнителя:

Заместитель директора

по научной работе ИСЭ СО РАН

_____ И.Ю. Турчановский

17 октября 2012 г.

М.П.