

**Стрежекуров Эдуард Евгеньевич**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры электротехнологии и электромеханики,  
Днепродзержинский государственный технический университет,  
г. Каменское*

**Strezhekurov Ye. E.**

*candidate of Technical Sciences,  
associate professor of department of electric technology and electric mechanics  
Dniprodzerzhinskiy state technical university,  
Kam'yanske*

**Рагимов Сергей Юсупович**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры организации и технического обеспечения  
аварийно-спасательных работ,  
Национальный университет гражданской защиты Украины,  
г. Харьков*

**Rahimov S. Yu.**

*candidate of Technical Sciences,  
associate professor of department of organization and technical providing wrecking  
National university of civil defence of Ukraine,  
Kharkiv*

**Шаломов Владимир Анатольевич**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры безопасности жизнедеятельности  
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»,  
г. Днепр*

**Shalomov V. A.**

*candidate of Technical Sciences,  
associate professor of department Life  
Safety «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture»,  
Dnipro*

**Булгакова Дарина Александровна**

*студент,  
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»,  
г. Днепр*

**Bulhakova D. A.**

*student,  
«Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture»,  
Dnipro*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

### RESEARCH EFFICIENCY HEATPROOF MATERIALS TO ENSURE OPTIMUM MICROCLIMATE WITH THE REQUIREMENTS OF ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

**Аннотация.** В статье приведена установка усовершенствованного рефлектометра, дополненная шестью инфракрасными светодиодами. В результате теоретических исследований разработана экспериментальная установка для физического моделирования термической напряженности на рабочих местах с интенсивным тепловыделением. На основании физического моделирования установлены закономерности изменения терморadiaционной напряженности в зависимости от пространственного расположения источников теплового излучения.

**Ключевые слова:** тепловой поток, датчик, избыточное теплоизлучение, температура нагрева, диапазон измерений.

**Annotation.** The article describes the installation of an improved reflect meter, complete with six infrared LED lights. As a result of theoretical research developed experimental setup for physical modeling of thermal stress in the workplace with an intense heat. Based on the physical modeling of the regularities of changes thermoradiation intensity depending on the spatial arrangement of heat sources.

**Key words:** heat flow, sensor, excessive heat radiation, heating temperature, measurement range.

**Постановка проблемы.** При строительстве зданий и сооружений возникают вопросы сбережения тепла и создания оптимальных условий микроклимата внутри помещений. Эти требования также являются условиями для Евроинтеграции Украины [1, 4], т.к. наши здания в несколько раз менее энергоэффективные по сравнению с европейскими странами. Для решения этих задач применяются разные материалы с различными характеристиками и свойствами, справочные характеристики которых могут значительно отличаться от фактических характеристик [2].

При строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских зданий необходимо решать вопросы обеспечения микроклимата и энергосбережения в помещениях за счет современных технологий применения теплозащитных красок и материалов. Существует широкий спектр уже существующих средств теплозащиты и вновь проектируемых, однако для данных целей далеко не все подходят. Ранее установленные средства теплозащиты со временем изменяют свои свойства, а для вновь создаваемых необходимо их прогнозировать. Поэтому возникает необходимость исследовать фактическую эффективность нанесенных теплозащитных красок и материалов, не разрушая их основы. Это достигается использованием экспресс — метода исследования уже существующих и вновь соз-

данных образцов. Однако подобные малогабаритные устройства отсутствуют, либо они не определяют необходимые характеристики. При этом возникает параллельная задача по обеспечению безопасных условий труда на рабочих площадках и в помещениях [1, 3].

**Изложение основного материала исследований.** Высокую эффективность средств теплозащиты можно обеспечить только тогда, когда учитываются спектральное распределение энергии излучения в рабочих помещениях и на рабочих местах, оптические свойства теплозащитных материалов и выбор вида и конструкции средств теплозащиты и энергосбережения. Степень этой защиты и создание благоприятных санитарно гигиенических условий будет зависеть от таких свойств материалов, как отражающая и поглощающая способность поверхности, степень черноты, теплопроводность и электропроводность поверхностного слоя. Для определения этих свойств существует ряд зависимостей [3] которые приводят эти характеристики к общему знаменателю — отражательной способности материалов в инфракрасной (ИК) области излучения.

Отражающая способность по нормали к поверхности металла в меньшей степени зависит от состояния поверхности и может быть вычислена с большей точностью.

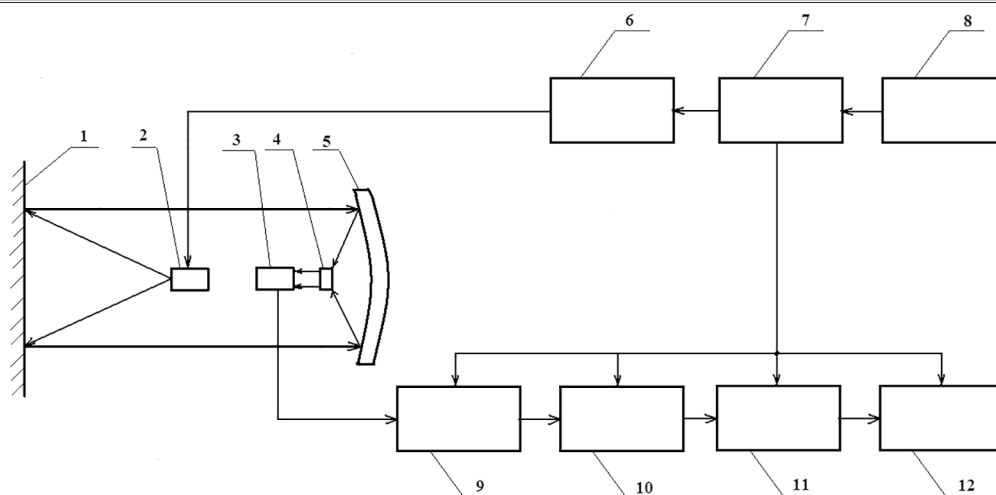


Рис. 1. Функциональная схема рефлектометра:

1 — исследуемая поверхность, 2 — излучатель ИК диапазона, 3 — приемник ИК-излучения, 4 — конденсоры (фильтр), 5 — зеркальная оптическая система, 6 — усилитель мощности питания ИК-излучателя, 7 — генератор импульсов, 8 — источник питания, 9 — усилитель сигнала с ИК-приемника, 10 — предварительный усилитель, 11 — регистрирующий вторичный прибор, 12 — источник питания

Обычно оптические характеристики теплозащитных и энергосберегающих материалов исследуют в лабораторных условиях на стационарных установках. Нам же необходимо определить эффективность уже установленных и работающих в производственных условиях средств энергосбережения и теплозащиты. При изъятии образца из готовой работающей конструкции, для обычных методов исследования, нарушается структура и состояние поверхности теплозащитного материала, что искажает результаты исследований. В таких случаях наиболее эффективным является экспресс-метод неразрушающего контроля. В работе [1] предложена конструкция разработанного нами ранее рефлектометра. Функциональная схема рефлектометра приведена на рис. 1.

Принцип действия рефлектометра основан на отражении модулированного инфракрасного излучения от исследуемой поверхности. В качестве источника инфракрасного излучения использован инфракрасный светодиод типа АЛ 107. Инфракрасный светодиод питается от генератора импульсов, модуляция осуществляется задающим генератором, источник питания 9 В. Отраженная часть инфракрасного излучения попадает на вогнутое зеркало, фокусируется на конденсаторе направляется на фотодиод, сигнал с фотодиода передается на усилитель с индикатором.

Однако в новой модели рефлектометра выявился недостаток — при исследовании зеркальных поверхностей, особенно стекло, пластиком помимо освещенности исследуемой поверхности в поле фотодиода проектировалось само изображение излучающего светодиода, что вносило значительные погрешности. Для этой цели была изменена оптическая схема освещения исследуемой поверхности (рис. 2). Было предложено

разместить 6 шт. инфракрасных светодиодов типа АЛ 108. Выбор такого типа инфракрасных светодиодов обусловлен более дальней границей диапазона до 1,2 мкм. Использование нескольких светодиодов потребовало подбора их характеристик. Для этой цели при помощи контрольного инфракрасного фотодиода в пределах рабочего расстояния 100–160 мм были построены индикатрисы распределения поля излучения инфракрасного светодиода (рис. 3).

Все 6 шт. светодиодов с подобными индикатрисами были размещены по периметру корпуса рефлектометра, а их поля излучения равномерно освещали исследуемую поверхность.

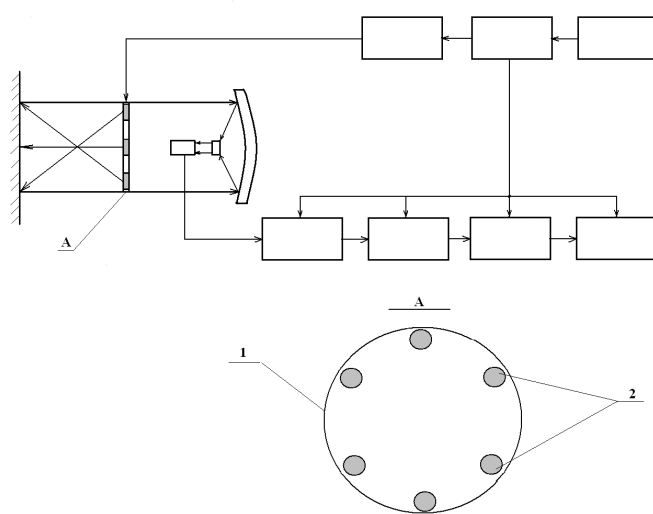


Рис. 2. Функциональная схема усовершенствованного рефлектометра:

а) фрагмент оптической системы рефлектометра:  
1 — корпус; 2 — ИК-светодиоды

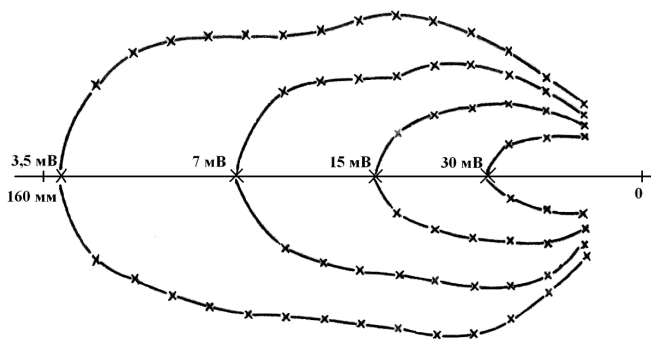


Рис. 3. Индикатриса распределения поля излучения инфракрасного светодиода АЛ 108

Внешний вид усовершенствованного рефлектометра представлен на рис. 4. Внесенные усовершенствования не изменили внешнюю конструкцию датчика. Датчик рефлектометра устанавливается для калибровки на образцовой эталонной пластине. В качестве исследуемой поверхности использовались такие материалы, как дерево, кирпич, стекло, оштукатуренные стены, пластиковые массы, ткани из натуральных и искусственных волокон, пропитанные специальными составами и покрытые алюминиевой фольгой, металлические поверхности — окрашенные, обработанные химическими веществами.

Рефлектометр имеет следующие характеристики:

- Предел измерения, в % — до 100;

- Погрешность измерения, не более, % — 5;
- Вес, не более, кг — 1;
- Потребляемая мощность, не более, Вт — 1;
- Время измерения, сек — до 5.

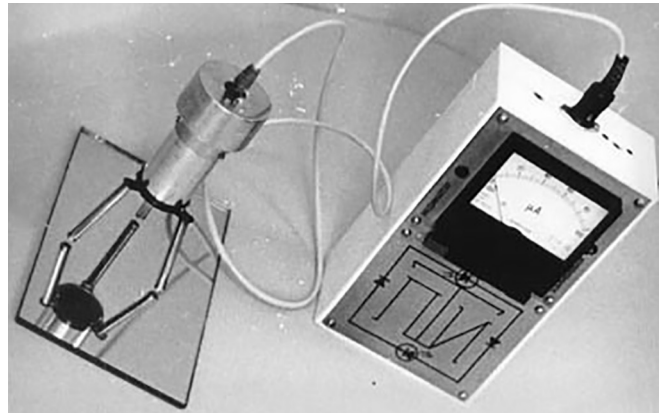


Рис. 4. Внешний вид рефлектометра

**Выводы.** На основе зависимости основных оптических и теплофизических характеристик, электропроводности от отражательной способности поверхностного слоя теплозащитных материалов разработан и внедрен прибор рефлектометр для экспресс-анализа данных характеристик. Рефлектометр позволяет определять эффективность энергосберегающих материалов на стадии их эксплуатации и проектирования.

#### Литература

1. Контроль высокотемпературного излучения на рабочих местах / А.С. Беликов, С.Ю. Рагимов, В.А. Шаломов, А.С. Чаплыгин // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. / Приднeпр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. — Днепропетровск, 2015. — Вып. 80: Стародубовские чтения — 2015. — С. 49–54.
2. Аметистов Е. В. Основы теории теплообмена / Е. В. Аметистов. — Москва: МЭИ, 2011. — 242 с.
3. Решение задач по защите работников спецподразделений в условиях экстремальных ситуаций по тепловому воздействию / А.С. Беликов, Э.Е. Стрежекуров, В.А. Шаломов, С.Ю. Рагимов, С.П. Кордунов // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. / Приднeпр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. — Днепропетровск, 2015. — Вып. 82: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. — С. 25–31.
4. Охрана труда в строительстве: учебник / [Беликов А. С., Сафонов В. В., Нажа П. Н. и др.]; под общ. ред. А. С. Беликова. — Киев: Основа, 2014. — 592 с.