

характеру та природних катаклізмів; ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Реалізація системи безпеки на транспорті є одним із складових національної безпеки. До неї можна віднести оперативну систему реагування, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій; систему, що інтегрує європейське законодавство у сфері забезпечення безпеки та відповідає основним міжнародним нормам; функціонування взаємопов'язаних між собою автоматизованих інформаційних та аналітичних систем, які мають єдиний центр управління базами даних у галузі забезпечення транспортної безпеки; систему професійної підготовки, навчання та атестації фахівців у системі безпеки на транспорті; актуальна систему інформування та оповіщення населення про потенційно можливі загрози та систему державного контролю та моніторингу.

### Список використаних джерел

1. Мороз М. О. Травматизм на залізничному транспорті та шляхи зниження впливу виробничих небезпек / М. О. Мороз, Є. О. Михайлова, А. С. Рогозін та ін. // Комунальне господарство міст. - 2023. – Т. 3. – Вип. (177). - С. 159–165.
2. Поглиблення відносин між ЄС та Україною/під ред. Майкла Емерсона і Вероніки Мовчан; (CEPS), Брюссель, (ІЕД). Київ, 2016. 267 с.
3. Аверічев І. М. Транспортна безпека як особливий вид економічної безпеки. 2013. Вип. 2. С. 53–57.

УДК 62

## АНАЛІЗ ПОВІРКИ ОДНОКАНАЛЬНИХ ПІРОМЕТРІВ

**Мочурад Олексій Петрович,**  
аспірант

**Гоц Наталія Євгенівна,**

доктор технічних наук, професор

Національний університет “Львівська політехніка”

*E-mail: oleksii.p.mochurad@lpnu.ua*

Безконтактний метод інфрачервоного вимірювання температури - використовується для вимірювання температури за тепловим випромінюванням об'єкта, не потребуючи прямого контакту з ним.

Розглянемо цифрові термометри інфрачервоного випромінювання, оскільки це найбільш поширений вимірювальний засіб безконтактного вимірювання температури. Існує декілька типів пірометрів, які відрізняються методами вимірювання та використанням: одноканальні, багатоканальні, оптичні, спектрального відношення. Кожен тип пірометра має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного типу залежить від вимог конкретного застосування.

Одноканальні пірометри – вимірюють інфрачервоне випромінювання в одному вузькому діапазоні довжин хвиль. Дані пірометри вимірюють температуру випромінювання об'єкта, використовуючи інфрачервоне випромінювання в одному вузькому діапазоні довжин хвиль.

Загальні діапазони довжин хвиль, які використовуються в одноканальних пірометрах:

- 3–5 мкм., цей діапазон хвиль використовується для вимірювання температури металів та інших матеріалів, які мають високий коефіцієнт інфрачервоного випромінювання в цьому діапазоні хвиль.

- 7–14 мкм., найбільш поширений діапазон хвиль для одноканальних пірометрів. Використовується для вимірювання температури різних об'єктів, включаючи метали, неметали та пластмасові матеріали.

Завдяки їх простоті у експлуатації, доступності та поширеному використанню, постає важливе питання дотримання єдності та точності безконтактних вимірювань температури

завдяки даним засобам вимірювальної техніки. Цю проблему можна вирішити з допомогою періодичної повірки, оскільки саме ця процедура дозволить неупереджено та за допомогою еталонних засобів вимірювальної техніки визначити чи за період експлуатації прилад вимірює у межах допустимої похибки. Тому що за час у ньому можуть відбуватись зміни, такі як осідання пилю на фокусувальній лінзі, механічні пошкодження чи падіння які приводять до внутрішніх пошкоджень та багато інших факторів які впливають на експлуатацію.

Згідно з постановою кабінету Міністрів України №374 від 04 червня 2015 року, про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці [1]. Саме пірометрів немає у переліку приладів які підлягають періодичній повірці, але там присутнє саме поняття термометрів під номером 74 які використовуються для здійснення контролю харчових продуктів, безпеки умов праці та проведення судових експертиз за дорученням органів досудового розслідування, органів прокуратури та судів. Тому з цього ми можемо зрозуміти що згідно чинного законодавства є важливою саме сфера використання того чи іншого пірометра. Якщо він експлуатується в одній з вище перерахованих сфер, тоді є важливо дотримуватись періодичності метрологічної повірки, якщо у інших тоді ця процедура може проводитись тільки за бажанням власника такого ЗВТ. Також такі вимоги встановлює сам закон про метрологію та метрологічну діяльність [2] у якому є перераховані сфери законодавчо регульованої метрології, отже коли пірометр експлуатується в одній зі сфер використання прописаних законом він підлягає обов'язковій метрологічній повірці. Періодичність повірки становить – один рік.



Рисунок 1 – Еталонний пірометр



Рисунок 2 – Одноканальний пірометр

Саме процедура повірки одноканальних пірометрів, згідно МПУ 06-78:2012 [3], відбувається за допомогою еталонного обладнання, це може бути абсолютне чорне тіло, або еталонний пірометр з більшою точністю за прилад який повіряється. Розглянемо цю процедуру яка виконується на абсолютно чорному тілі (АЧТ), за допомогою еталонного пірометра. Абсолютне чорне тіло являє собою простір у який через отвір проникає промінь світла ззовні, та після великої кількості відбиттів у середині зникає. Ця система дозволяє забезпечити постійний та попередньо відомий коефіцієнт випромінювання, і не залежить від кута проведення вимірів. Але згідно методики вимірювального прилад повинен бути зафіксований штативом на одній відстані, під прямим кутом по відношенню до АЧТ, на увесь час проведення вимірювань. І сам робочий еталонний пірометр, який згідно методики повірки підлягає періодичному калібруванню, та відповідає необхідним вимогам точності вимірювань. В пірометрі який повіряється встановлюється коефіцієнт випромінювання, що відповідає випромінювальній здатності самого випромінювача.

Таким чином виставивши необхідні температурні показники на АЧТ, та витримати необхідну температуру нагріву можна почати проводити вимірювання. Вимірювання у кожній точці температури проводяться не менше трьох разів. Після обчислюємо різницю між показами пірометра та значеннями температури еталонного випромінювача:  $\Delta t_i = t_{\Pi i} - t_{\text{EBi}}$ , де  $t_{\Pi i}$ - покази пірометра що повіряється,  $t_{\text{EBi}}$ - температура еталонного випромінювача,  $i$ - кількість вимірювань,  $i \geq 3$  Усі вимірювання проводяться у градусах Цельсія (С°). Обчислюємо різницю між показами пірометра що повіряється та розрахунковими значеннями температури еталонного випромінювача  $t_{\text{EBi}}^{(\varepsilon > 1)}$  за формулою -  $\Delta t = t_{\Pi i} - t_{\text{EBi}}^{(\varepsilon > 1)}$ . Та у кінцевому результаті обраховуємо різницю між показами пірометра  $t_{\Pi i}$  що повіряється, та показами еталонного пірометра  $t_{\text{EBi}}^{(\varepsilon > 1)}$  за формулою:  $\Delta t = t_{\Pi i} - t_{\text{EBi}}^{(\varepsilon > 1)}$ , де  $t_{\Pi i}$ - покази пірометра що повіряється.  $t_{\text{EBi}}^{(\varepsilon > 1)}$ -

покази еталонного пірометра, і- кількість вимірювань  $i \geq 3$ . За основну похибку приймаємо найбільшу за абсолютним значенням величину  $\Delta t_i$ .

Отже розглянувши одноканальні пірометри які все заміняють контактні у різних галузях, та особливість і важливість їх періодичної повірки, можемо дійти висновку щоб як користувач бути впевненим у їх точності вимірювань варто періодично прилад подавати на метрологічну повірку, тільки ця процедура з дотриманням усіх норм забезпечить єдність вимірювань на виробництві і в подальшій експлуатації. А саме з даною послугою допоможуть регіональні метрологічні центри.

#### **Список використаних джерел**

1. Кабінет міністрів України. Постанова. Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці. від 4 червня 2015 р. № 374 Київ.
2. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. Редакція від 01.01.2022.
3. МПУ 06-78:2012 Пірометри часткового випромінення із цифровою індикацією температури. Методика повірки. Харків 2012 р.

**УДК 628.971.6**

### **КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВИПРОМІНЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДЖЕРЕЛ СВІТЛА РІЗНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ**

**Олейнікова Ірина Веніамінівна,**

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

**Цверкунова Анастасія Миколаївна,**

студентка

Київський національний університет технологій та дизайну

*E-mail: olejnikova.iv@knuud.com.ua*

В умовах енергетичної кризи, яка захопила більшість території України, актуальним залишається питання створення оптимального штучного, як зовнішнього, так і внутрішнього освітлення. Слід розуміти, що з розвитком сучасних матеріалів освітлення включає в себе не лише джерела світла, а і оточуючий це джерело простір. Саме тому особливу увагу слід звернути на ті матеріали, які завдяки своїм властивостям взаємодії зі світлом можуть створювати додаткові елементи освітлення. Це в першу чергу стосується світловідбиваючих та світловипромінюючих матеріалів різного виду. Найбільш відомою світловідбиваючою поверхнею є дзеркальна, яка здатна створювати ефект збільшення простору, що забезпечило їх широке застосування в дизайні середовища. З іншого боку, коректне розташування дзеркальних елементів по відношенню до джерел світла можуть створити не лише додаткову освітленість певних елементів, а і зробити певні акценти в інтер'єрі.

Сучасні світловідбиваючі матеріали можуть мати різну текстуру, колір та властивості відбивання світла, що дозволяє вирішити будь-які задачі світлодизайну [16]. Існують різні види світловідбиваючих матеріалів, такі як плівки, тканини, термоматеріали із світловідбиваючою фарбою, фарби та лаки. Для створення світлодизайну простору найбільш вдалим елементом можна вважати світловідбиваючі фарби та тканини. В першу чергу вони можуть наноситися на поверхні будь – якої форми і не потребують джерел випромінювання спеціального спектрального складу. Окремі складові елементи з такого матеріалу дозволять підвищити мобільність у створенні акцентного освітлення, що є особливо важливим у виставковому світлодизайні. Використання LED освітлення в поєднанні з такими елементами та трековими способами кріплення забезпечать гнучкість системи освітлення та може допомогти у оптимізації ефективності освітлення. Підвищення енергозбереження можливо за рахунок зменшення втрат світла та максимальної ефективності його використання.