

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ ТЕПЛОІМІТАТОРА

Худецький І.Ю¹., Тельпякова А.А.²

¹ Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАН України (Київ)

² Національний технічний університет України «КПІ» (Київ)

У статті обґрунтовано необхідність та наведено технічні рішення розробки теплоімітатора людини – пристрою для вимірювання теплофізичних характеристик матеріалів.

Ключові слова: теплоімітатор, теплофізичні характеристики.

В Україні при виробництві медичних виробів (МВ) і спецодягу (СО), згідно з вимогами відповідних нормативних документів, передбачено проведення випробувань таких гігієнічних характеристик, як гігроскопічність, капілярність, повітропроникність тощо. Дослідження теплофізичних характеристик (ТФХ) програмою випробувань не передбачені, проте теплообмін у системі організм–середовище в умовах застосування зазначених виробів є однією з основних складових, які визначають їх цільову придатність.

Відомі методики мають ряд недоліків:

- методики з визначення окремих ТФХ не в повній мірі корелюють із теплообміном у системі людина–середовище і не враховують вплив МВ і СО;
- випробування тривають довгий час;
- методики передбачають значні фінансові затрати.

З огляду на викладене, вирішення проблеми дослідження ТФХ шляхом виготовлення теплоімітатора людини є актуальним.

Високі теплозахисні властивості тканини залежать від теплопровідності волокон і їх форми, а також від характеру та кількості заповнення ними об'єму тканини. До факторів, що впливають на тепловий опір матеріалу, належать: об'ємна вага, товщина, вологість, вид матеріалу, повітропроникність та ін.

З метою визначення оптимального матеріалу для виробництва МВ виникає необхідність вивчення їх ТФХ.

Актуальність роботи полягає в необхідності попереднього дослідження теплообміну в системі «людина – навколишнє середовище» та теплових характеристик МВ, СО. Це дозволить визначити потрібний матеріал, що відповідає цільовому призначенню виробу, та сферу його ефективного застосування.

Одним з етапів постановки на виробництво є проведення доклінічних випробувань. Відсутність єдиної методики та приладів для визначення теплозахисних властивостей і ТФХ матеріалів не дозволяє оцінювати їх за цим важливим показником.

Шляхом вирішення даної проблеми є оптимізація конструкції та робочих параметрів апаратури дистанційного контролю температури тканин і проведення досліджень на теплоімітаторі.

Мета роботи – розробка теплоімітатора людини для вивчення основних теплофізичних властивостей МВ, СО.

Матеріали і методи. Дослідження проводились із використанням датчика теплових потоків – для виміру потоку, що проходить крізь виріб, багатоканального контактного

термометра – для проведення пошарових вимірів та тепловізора з метою отримання теплових показників на поверхні. Випробування проводились на виробках з різних типів бавовняної та віскозної марлі, еластичних бинтах, бандажах, матеріалах типу бязь, бавовна та теплоізолювальному спецодязі.

В основу методики оцінки ТФХ виробів за допомогою теплоімітатора покладено відтворення основних етапів процесу напівнатурних лабораторних досліджень для макетних зразків. Вибір саме цієї методики як прототипу пов'язаний з її відносно високою точністю, наявністю значної кількості експериментальних даних з макетних зразків з різними ТФХ та можливістю використання цих даних для прогнозування працездатності в конкретних мікрокліматичних умовах.

Аналіз даних літератури про теплофізику тіла, температурні параметри ядра «тіла» та оболонки в стані спокою і за різних мікрокліматичних умов, а також проведені власні дослідження дозволили сформулювати медико-технічні вимоги (МТВ) до теплоімітатора та знайти конструктивні рішення по їх реалізації.

Була встановлена залежність властивостей матеріалів, що досліджуються, від мікроклімату в навколишньому середовищі. У зв'язку із цим до складу дослідницько-випробувального стенду були включені мікрокліматична камера, власне тепловий імітатор, комплект вимірювальних приладів та регулюючих пристроїв (рис. 1). Зовнішній вигляд теплоімітатора представлено на рис. 2.

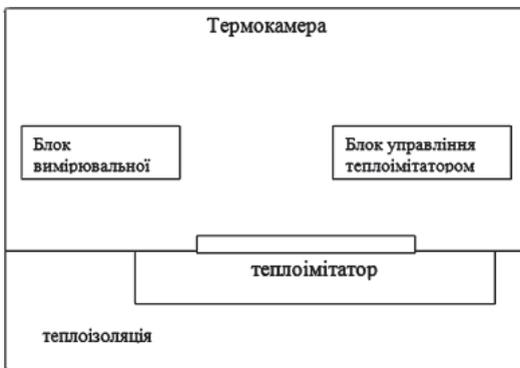


Рис. 1. Блок-схема теплоімітатора

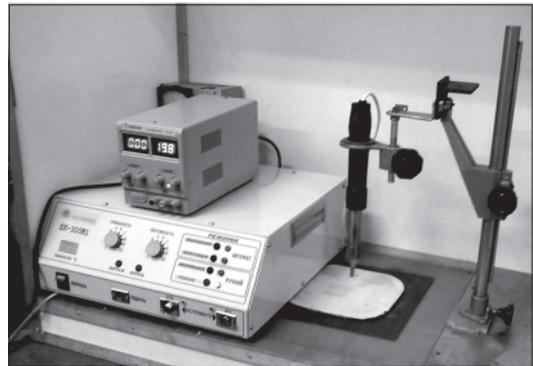


Рис. 2. Зовнішній вигляд теплоімітатора

Теплоімітатор являє собою калориметричну камеру з вмонтованим нагрівальним елементом, який дозволяє імітувати питоме тепловиділення людини в стані спокою та підтримувати тепловий баланс з навколишнім середовищем. Теплові втрати калориметричної камери при теплоізоляції вимірювальної поверхні пінопластом товщиною 10 см становлять 1.61 Вт при температурі в термокамері, що відповідає умовам стандартного термонеutralного мікроклімату по МТВ. Конструкція теплоімітатора дозволяє підтримувати температуру ядра «тіла» на рівні 37°C та температуру оболонки «тіла» в діапазоні 33–36,5°C залежно від температури навколишнього середовища. Це відповідає умовам теплового балансу людини в стані спокою. Очікувана систематична помилка, пов'язана з різницею основних ТФХ стандартної людини та теплоімітатора, становить 3%.

Основними перевагами теплоімітатора є:

- можливість вивчати теплообмін людини з матеріалами при змінних кліматичних умовах та імітуванням змінних навантажень у процесі експерименту;
- низька собівартість дослідження.

Висновки. Шляхом проведення зазначених вище досліджень та випробувань сформовано технічне завдання для розробки та подальшого виробництва теплоімітатора людини. Цей пристрій дозволяє покращити вибір матеріалів, що використовуються при виготовленні МВ, шляхом розширення діапазону характеристик після проведення відповідних випробувань. Крім цього, використання теплоімітатора дає змогу зменшити витрати на випробування в процесі введення конкретного виробу в обіг.

Література

1. Holmйг I. Thermal Manikin. History and Application // European Journal Applied Physiology. – 2004. – Vol. 92. – P. 6148;
2. Holmйг I, Nilsson H. «Heated manikins as a tool for evaluating clothing // Am. Occup. Hyg. – 1995. – Vol. 39 (6). – P. 809–818.
3. McCullough E. The use of thermal manikins to evaluate clothing and environmental factors. In: Tochihara Y., Ohnaka T., editors. Environmental Ergonomics. Oxford: Elsevier. – 2005. – P. 403–407.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ТЕПЛОИМИТАТОРА

Худецкий И.Ю., Тельякова А.А.

В статье обоснована необходимость и приведены технические решения разработки теплоимитатора человека – устройства для измерения теплофизических характеристик материалов.

Ключевые слова: *теплоимитатор, теплофизические характеристики.*

MATERIALS THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS STUDY BY MEANS OF HUMAN THERMAL SIMULATOR ELABORATION

Hudetskii I.Yu., Tellyakova A.A.

This paper studies the necessity and provides technical solutions for development thermal simulator of human – a device for measuring the thermophysical characteristics of materials.

Key words: *thermal simulator of human, thermophysical characteristics.*