

## Секція 1

### Новітні текстильні матеріали та технології

УДК 687.016

ОМЕЛЬЧЕНКО Г. В.<sup>1</sup>, ДОНЧЕНКО С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОВ «Перший універмаг», креативний відділ, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

#### ЕЛАСТИЧНІ КОМІРЧАСТІ ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ В ТЕПЛОЗАХИСНИХ ПРОКЛАДКАХ ДЛЯ ОДЯГУ

**Мета.** Удосконалення процесу проектування теплозахисного одягу спрямованого на підвищення конкурентоздатності за рахунок поліпшення ергономічності теплоізоляційного шару його пакету.

**Наукова новизна.** Запропоновано підхід, що розвиває технологію проектування теплозахисного одягу на основі теоретичних та експериментальних досліджень властивостей еластичних комірчастих полімерних матеріалів.

**Практичне значення.** Отримані в результаті проведених досліджень характеристики еластичних комірчастих полімерних матеріалів (умовний коефіцієнт жорсткості та розрахунковий модуль Юнга) дозволили підтвердити доречність їх використання в якості структурних елементів, які здатні утримувати сталу товщину теплоізоляційного шару пакетів теплозахисного одягу.

**Ключові слова:** теплозахисний одяг, пакет матеріалів, теплоізоляційний шар, проектування одягу, еластичні комірчасті полімерні матеріали.

**Вступ.** Прогресивні досягнення людства, перевиробництво товарів у світі та переосмислення життєвих цінностей суспільством є передумовами, які штовхають розробників споживчих товарів до розширення своєї діяльності в бік креативності та інновацій. Такий поштовх породжує багато неординарних рішень для розв'язання, здавалося б, звичайних задач. Так, наприклад, у науковців з'явилася ідея застосувати матеріали, які виробляються для утеплення та звукоізоляції приміщень, для виготовлення одягу, надавши йому тим самим нових функцій та властивостей [1 - 5]. Але від ідеї до промислового виробництва дизайн-продукт проходить багато стадій, однією з яких є дизайн-дослідження.

**Об'єкт та методи дослідження.** Об'єктом дослідження є процес дизайн-ергономічного проектування конкурентоспроможного теплозахисного одягу. Для дослідження еластичних комірчастих полімерних матеріалів авторами застосовано експериментальний метод визначення деформаційних характеристик при стисканні.

**Результати дослідження.** Відомо, що теплозахисні характеристики багат шарового одягу напряму залежать від термічного опору, який здатний створювати теплоізоляційний шар його пакету. Враховуючи те, що нерухоме повітря має достатньо низьку теплопровідність, задачею номер один (при створенні теплоізоляційних матеріалів для одягу) є стабільне утримання якомога більшої кількості повітря в теплозахисному шарі пакету теплозахисного одягу. При цьому, слід враховувати те, що умовну нерухомість повітря може забезпечувати шар з відстанню між граничними поверхнями до 0,008 м [6]. Це пояснюється тим, що в замкненому обмеженому просторі явище конвекційного теплообміну здійснюється складніше, ніж в необмеженому. Але створити такий каркас для повітряного шару пакету одягу, який би давав змогу утримувати стабільну товщину навколо усіх ділянок тіла людини та мав тектонічну гнучкість, є складним завданням.

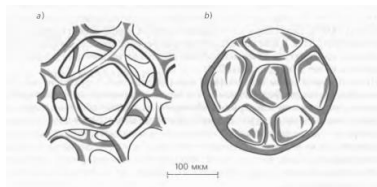
В сучасних теплоізоляційних матеріалах для одягу (ватинах, синтепонах, сліптексах та т.п.) ця задача вирішена шляхом заповнення внутрішнього простору теплоізоляційного матеріалу сумішшю фізично або хімічно з'єднаних текстильних волокон хімічного або натурального походження, які завдяки своїй жорсткості утримують певну товщину та ускладнюють умови руху повітря в прошарку в процесі конвекції та експлуатації. Таке рішення дозволяє регулювати ступінь теплозахисту шляхом виготовлення достатньо гнучких матеріалів товщиною більше ніж 0,008 м. Але товсті матеріали збільшують загальну товщину пакету одягу, що робить його незручним у використанні.

Інший шлях вирішення зазначеної задачі це створення гнучкої оболонки з текстильного матеріалу для утримання суміші не з'єднаних між собою синтетичних волокон або наповнювачів натурального походження (пух, перо). Такі теплоізоляційні оболонкові шари пакету одягу мають подібні до вищезазначених текстильних матеріалів властивості. Але всі вони через свою незначну жорсткість не здатні задовольнити головну вимогу – стабільне утримання певної товщини теплоізоляційного шару по всій поверхні тіла людини, а значить і сталої кількості нерухомого повітря між його волокнами та наповнювачами. Така недосконалість призводить до нерівномірного зниження теплозахисних властивостей в локальних зонах одягу, що, в свою чергу, погіршує його теплозахист в цілому.

Найбільшому тиску піддаються пакети матеріалів багат шарового одягу в опорних місцях плечового поясу та грудини (в одязі прямої та розширеної силуетних форм), а також в місцях щільного прилягання (в одязі прилеглої та напівприлеглої силуетних форм).

З метою зменшення навантаження на теплозахисний шар пакету в опорних місцях плечового поясу та грудини покривний зовнішній шар одягу в сучасних виробках виготовляють з легких волого- та вітрозахисних матеріалів. Але уникнути локального зменшення товщини пакету та збільшення теплопровідності в місцях щільного прилягання одягу до фігури людини, що зумовлено модельними особливостями або експлуатаційними навантаженнями, шляхом раціонального підбору верхньої покривної тканини не є можливим. Цікавим рішенням в цьому напрямі є застосування в якості елементів теплозахисного шару еластичних комірчастих полімерних матеріалів (ЕКПМ) [2]. Як відомо, такі матеріали розрізняються за сировинним складом; технологією отримання молекулярної моделі; структурою комірок; густиною [7, 8].

Для виготовлення ЕКПМ використовують такі речовини, як: поліетилен, поліуретан, синтетичний каучук та ін. Для отримання комірчастої структури полімерів застосовують метод спінування, звідки і виникли назви «спінені полімери», «пінополімери», «комірчасті пластики», «пінопласти», «полімерні піни» та «губчасті пластики». Вони, як правило, складаються з двох фаз: твердої полімерної матриці та газоподібної фази, отриманої за допомогою піноутворювача. Геометрія комірок, яка залежить від технології виготовлення, може бути відкритою (тунелі між комірками) або закритою. Піни з закритими комірками більш жорсткі, а з відкритими більш еластичні. Останні мають низьку густину (близько 30 кг/м<sup>3</sup>) [9]. Спінування полімерних матеріалів може здійснюватися механічним, хімічним або фізичним методами. Зміни хімічного складу полімерної фази та умов спінування призводять до отримання піни, які мають переважно



закриті або відкриті комірки (рис. 1).

Рис. 1. Схематичне зображення зовнішнього вигляду газових структурних елементів спіненого полімеру: а) відкритий; б) закритий газовий структурний елемент.

Аналіз представлених у широкому доступі ЕКПМ показав, що

найбільш розповсюдженими є закритокомірчасті та відкритокомірчасті поліуретани, поліетилени, синтетичний каучук (рис 2).



**Рис. 2. Класифікація полімерних еластичних комірчастих матеріалів представлених на ринку України в широкому доступі**

Основним показником, який характеризує фізико-механічні властивості спіненого матеріалу, є явна густина ( $\text{кг/м}^3$ ). Цей показник важливий, оскільки безпосередньо пов'язаний з кількістю полімеру у матеріалі, через що з його ціною та теплопровідністю, а також його несучою здатністю. Наступний показник несуча здатність, характеризує здатність еластичних полімерів сприймати та утримувати навантаження. Найчастіше її визначають як силу для досягнення певної деформації та використовують для дослідження матеріалів значної товщини. Для характеристики тонких (до 0,1 м) ЕКПМ визначають зведений усереднений коефіцієнт жорсткості ( $k_0$ , Н/м) та розрахунковий модуль Юнга ( $E_d$ , Па) [10]. Проведені автором експериментальні дослідження доводять, що більше значення  $E_d$  мають ЕКПМ з закритими комірками.

Підсумовуючи вищенаведене можна зробити висновок, що остаточні теплофізичні властивості спінених матеріалів є результатом складного додавання факторів пов'язаних з макроскопічною геометрією комірок та морфологією полімеру, який міститься всередині структурних елементів спіненого матеріалу.

Так як розглянуті еластичні комірчасті матеріали не були цілеспрямовано розроблені для використання у виготовленні одягу, тому їх

сертифіковані показники не дозволяють отримати інформацію для прогнозування його теплозахисних властивостей.

**Висновок.** В результаті проведеного аналізу встановлено, що еластичні комірчасті полімерні матеріали (ЕКПМ) з закритими комірками товщиною 0,0008 – 0,001 м., які в широкому асортименті представлені на ринку України, за рахунок своїх структурних особливостей мають високі теплозахисні властивості, гнучкість та достатню жорсткість для утримання сталої товщини теплоізоляційного шару, що надає їм значні переваги у порівнянні з існуючими сучасними текстильними утеплювачами для використання при виготовленні теплозахисного одягу.

### Список літератури

1. Мойсеєнко С. І. Удосконалення теплозахисних властивостей зимового одягу / С. І. Мойсеєнко, С. В. Донченко // Легка промисловість. - 2012. - № 3. - С. 59.
2. Мойсеєнко С. І. Дизайн – проектування теплозахисної прокладки для зимового одягу / С. І. Мойсеєнко // Міжвідомчий науково – технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – 2018. – Випуск № 14. – С.129 – 133.
3. Мойсеєнко С. І. Удосконалення теплозахисного одягу з утеплювачем комірчастого типу / С. І. Мойсеєнко, Х. В. Нічведа // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. - 2015. - № 3 (86) : Серія "Технічні науки". - С. 128-132.
4. Омельченко Г. В. Передумови розробки дитячого багатofункціонального одягу із захисними демпферними елементами / Г. В. Омельченко, М. В. Колосніченко // Сучасний стан легкої і текстильної промисловості: інновації, ефективність, екологічність : тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції (27-28 жовтня 2016 р.). — Херсон: Видавництво ХНТУ, 2016. — С. 91-93.
5. Омельченко А. В. К выбору рационального пакета защитных участков (элементов) детской одежды для занятий роллер спортом / М. В. Колосніченко, А. В. Омельченко, С. В. Донченко — Витебск: УО «ВГТУ», 2015. – С. 186-188
6. Куликов Б.П. Проектирование одежды с заданной теплозащитной способностью: Текст лекций / Б.П. Куликов, Р.В. Шингарев, М.В. Стебельский – Иваново: ИХТИ,1984. – 47 с.
7. Саундерс Д.. Х. Химия полиуретанов / Д. Х.Саундерс, К. К. Фриш. – М: Химия, 1968. – 470 с.
8. Randall D. The polyurethanes book / D. Randall, S. Lee. - John Willey and Sons LTD, 2002.-477 p.
9. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания: Пер. с англ. / Под ред. к.т.н. А. М. Чеботаря. — СПб.: Профессия, 2009. — 600 с.
10. Омельченко Г. В. Удосконалення дизайн-ергономічного проектування дитячого одягу для ролерів. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Г. В. Омельченко – К.: КНУТД, 2017. – 21 с.