

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

«Удосконалення нормативних документів з проектування засобів
індивідуального захисту персоналу, що працює в умовах підвищених
температур»

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДЕА-ІВТ23мг
спеціальності: 175 Інформаційно-
вимірювальні технології

_____/ Олександр НЕГІПА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____/ Ганна ГРІНЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____/ Антоніна ВОЛІВАЧ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____/ Геннадій КАНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____/ _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____/ Євгеній КЛЮЧКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Спеціальність 175 Інформаційно-вимірювальні технології
Освітньо-професійна програма «Якість, стандартизація та сертифікація»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., проф. Геннадій КАНЮК
(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти

здобувача вищої освіти Олександр НЕГІПА
(ім'я, прізвище)

1. Тема Удосконалення нормативних документів з проектування засобів індивідуального захисту персоналу, що працює в умовах підвищених температур

затверджена наказом по академії №__ від «__» _____ 20__ р.

2. Термін здачі закінченої роботи «__» _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи/проєкту

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, які належить розробити):

проаналізувати нормативне забезпечення проектування засобів індивідуального захисту персоналу, що працює в умовах підвищених температур, визначити основні фактори, що впливають на працездатність персоналу, що працюють під впливом високих температур, провести дослідження щодо можливості покращити якісні характеристики індивідуального захисту працівників та розробити рекомендації щодо удосконалення нормативних документів.

5.Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	

7. Дата видачі завдання« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник _____ Ганна ГРІНЧЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання _____ Олександр НЕГІПА
(підпис) (ім'я, прізвище)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи**

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Розробка плану кваліфікаційної роботи, ознайомлення з літературними джерелами за темою		
2.	Написання теоретичної частини кваліфікаційної роботи		
3.	Написання аналітичної частини кваліфікаційної роботи		
4.	Написання дидактичного проєкту в рамках кваліфікаційної роботи		
5.	Перевірка чернетки кваліфікаційної роботи та внесення змін до неї керівником		
6.	Перевірка якості кваліфікаційної роботи у системі «Антиплагіат»		
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи		
8.	Проходження нормоконтролю оформлення кваліфікаційної роботи		

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Олександр НЕГІПА
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль _____
(підпис)

(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

На магістерську роботу на тему: Удосконалення нормативних документів з проектування засобів індивідуального захисту персоналу, що працює в умовах підвищених температур

У роботі визначено особливості умов праці працюючих в гарячих цехах і виявлено ступінь його несприятливої дії на організм людини та запропоновано застосування підодежного гігієнічного костюму. Для цього розроблено математичні моделі проходження вологи крізь текстильні матеріали на основі математичного моделювання процесу дифузії та проходження вологи крізь декілька шарів текстильних матеріалів, об'єднаних в один пакет. При цьому визначено час та швидкість максимального накопичення вологи в одному шарі різних текстильних матеріалів та час та швидкість максимального накопичення вологи в двох та трьох шарах різних текстильних матеріалів, об'єднаних в один пакет.

Проведено експериментальні дослідження накопичення вологи в текстильних матеріалах та підтверджено адекватність запропонованих математичних моделей. Спроектовано моделі підодежних гігієнічних робочих костюмів для застосування в умовах підвищених температур та визначені їх основні розмірні признаки. Все це дозволило розробити проект галузевого нормативного документу, який включає вимоги до проектування, виробництва, застосування та обслуговування підодежного гігієнічного костюму.

Ключові слова: волого поглинання, концентрація вологи, підодежний гігієнічний костюм, текстильні матеріали, гарячий цех.

ABSTRACT

At the master's thesis on the topic: Improving regulations for the design of personal protective personnel working in high temperatures

In this paper the peculiarities of working conditions of workers in hot shops and revealed the extent of its adverse effects on the human body and proposed use pidodezhnoho hygienic suit. To this end, mathematical models of moisture passing through textile materials based on mathematical modeling of diffusion and moisture passing through several layers of textile materials, combined in one package. At the same time set the maximum speed moisture accumulation in one layer of different textile materials and a speed of maximum accumulation of moisture in two or three layers of different textile materials, combined in one package.

Experimental study of moisture accumulation in textiles and confirmed the adequacy of the proposed mathematical models. Designed pidodezhnyh hygienic working model suits for use in high temperatures and by their basic dimensional signs. This allowed the industry to draft regulatory document that includes requirements for the design, manufacture, use and maintenance of hygienic pidodezhnoho suit.

Keywords: moisture absorption, moisture concentration, pidodezhnyy hygienic costume, textiles, hot shop.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НАУКОВО - ТЕХНІЧНИХ ПІДХОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ОДЯГУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ	14
1.1. Законодавчі і нормативні вимоги до якості одягу індивідуального захисту	14
1.2. Особливості формування показників якості спеціального одягу	21
1.3 Гігієнічні властивості текстильних матеріалів та методи їх оцінювання	24
1.4. Стан питання визначення параметрів проходження вологи крізь текстильний матеріал	34
1.5. Висновки до розділу та постановка задач дослідження	40
РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ НАГРІВАЮЧОГО МІКРОКЛІМАТУ В ГАРЯЧИХ ЦЕХАХ І ПРОФІЛАКТИКА ЙОГО НЕСПРИЯТЛИВОЇ ДІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	43
2.1. Особливості нагрівачого мікроклімату та його вплив на організм людини	43
2.2. Теплообмін організму людини з зовнішнім середовищем і його фізіологічні особливості	50
2.2.5 Залежність параметрів мікроклімату від властивостей матеріалів, конструкції одягу, умов експлуатації	61
РОЗДІЛ 3 НАПІВЕМПІРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОХОДЖЕННЯ ВОЛОГИ КРІЗЬ БАГАТОШАРОВІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ	65
3.1. Динамічна модель накопичення вологи в матеріалі по його товщині	66
3.2. Кінетична модель проникнення вологи крізь багатошарові матеріали	75
3.3. Висновки до розділу	83
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОЛОГИ В ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ	85
4.1. Методика проведення експериментів, застосовувана апаратура, прилади та обладнання	85

4.2. Розрахунково-експериментальна оцінка величини вологопоглинання одношаровими текстильними матеріалами	90
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТУ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТУ "КОМПЛЕКТ ОДЯГУ ПІДОДЕЖНИЙ ГІГІЄНІЧНИЙ ДЛЯ РОБОТИ В ГАРЯЧИХ ЦЕХАХ" ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ	119
5.1. Розроблення нормативного документу спеціального засобу захисту "Комплект одягу підодежний гігієнічний для роботи в гарячих цехах"	119
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	120

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗІЗ – засіб індивідуального захисту;

ISO – міжнародний стандарт;

EN – європейський стандарт;

ГОСТ – міждержавний стандарт;

КМУ – кабінет міністрів України;

ООВ – орган оцінки відповідності;

МОЗ – міністерство охорони здоров'я;

ГНД – галузевий нормативний документ;

ГП – гаряче приміщення;

НД – нормативний документ;

ДКПП – державний класифікатор продукції та послуг;

ТМ – текстильні матеріали.

ВСТУП

Одним з головних завдань економічної політики будь-якої країни є підвищення технічного рівня та якості продукції національних виробників. Продукція, що реалізується на внутрішньому та зовнішньому ринках, повинна бути високої якості та конкурентоспроможності, відповідаючи найсучаснішим досягненням науки, а також найвищим техніко-економічним, естетичним та іншим вимогам споживачів.

Основою створення і функціонування єдиного світового ринку є свобода переміщення товарів, що може бути досягнута лише через технічну гармонізацію законодавчої та нормативної бази. Така гармонізація можлива за умови наявності національної системи технічного регулювання, яка відповідає міжнародним стандартам і правилам.

Українська система технічного регулювання має значну нормативно-правову базу і налічує майже 300 законів та нормативно-правових актів.

Стратегічний курс України на вступ до Європейського Союзу вимагає від промислових підприємств і організацій готовності до жорсткої конкурентної боротьби в умовах Європейської ринкової економіки. Невід'ємною умовою розвитку українського суспільства є забезпечення високого рівня якості продукції, безпеки праці та екологічної безпеки, а також розвиток цивілізованого ринку та проведення демократичних реформ, захисту конституційних прав громадян, в тому числі їх прав як споживачів. Все перераховане дозволить забезпечити національну безпеку та підвищити якість життя людей.

Одним з важливих показників якості життя людей є розвинена система безпеки життєдіяльності, що відповідає міжнародним вимогам та включає в себе систему безпеки праці. Підвищення рівня безпеки праці та промислової безпеки, а також запобігання аваріям і нещасним випадкам на виробництві, вимагають подальшої адаптації національних нормативно-правових актів до європейських та міжнародних стандартів. Окрім того, важливо застосовувати

міжнародний науковий досвід і поглиблювати співпрацю в сфері безпеки праці.

В межах Угоди про партнерство та співробітництво між Україною та ЄС наша країна взяла на себе зобов'язання гармонізувати законодавство, норми, правила та процедури оцінки відповідності. Першим кроком в реформуванні національної системи технічного регулювання стало прийняття законів України, зокрема «Про стандартизацію», «Про підтвердження відповідності», «Про акредитацію органів з оцінки відповідності». Законом «Про стандартизацію» визначено основний принцип міжнародної стандартизації — добровільність застосування стандартів, однак ці стандарти стануть добровільними лише після того, як обов'язкові вимоги щодо безпеки життя, здоров'я людей та охорони навколишнього середовища будуть закріплені в технічних регламентах.

Розроблені технічні регламенти, зокрема "Технічний регламент з підтвердження відповідності засобів індивідуального захисту", базуються на відповідних європейських директивах, що, у свою чергу, спираються на принципи "глобального підходу" та "нового підходу" оцінки відповідності, прийняті в ЄС. Наказом Держспоживстандарту України №374 від 26.12.2005 р. затверджено перелік національних стандартів, добровільне застосування яких є доказом відповідності вимогам "Технічного регламенту з підтвердження відповідності засобів індивідуального захисту".

Кількість гармонізованих стандартів складає 314 документів, серед яких 72 стандарти поширюються на одяг спеціального призначення (спеціальний одяг).

У системі показників якості спеціального одягу важливу роль відіграють гігієнічні показники, які визначають мікроклімат на поверхні тіла людини, а також тепло- і газообмін між тілом та навколишнім середовищем. Оптимальний мікроклімат під одягом забезпечує нормальне функціонування організму, комфорт і, як результат, підтримку високої працездатності, підвищення продуктивності праці та загальну ефективність життєдіяльності

людини. Саме тому зростає увага як у наукових дослідженнях, так і на практиці до створення спеціального одягу, який адаптований до умов експлуатації в системі «людина - одяг - виробниче середовище».

Проблема розробки спеціального одягу, що відповідає гігієнічним вимогам, стає ще більш актуальною. Це зумовлено широким впровадженням синтетичних матеріалів, тенденцією до зниження матеріаломісткості тканин та необхідністю їх використання в різних виробничих умовах, що вимагає врахування додаткових, часто різних, вимог. Тому в проектуванні та оцінці якості одягу все більшу роль відіграє проблема його гігієнічності.

Радянськими та зарубіжними гігієністами на основі експериментальних даних було показано, що вплив одягу на людину визначається не тільки властивостями матеріалів, з яких вона виготовлена, а також відповідності одягу зовнішнім умовам і стану організму на даний момент часу. Гігієнічні вимоги до одягу були сформульовані Ю.В. Вадковской, М. Рубнером, П.Е. Калмиковим, П. Сайплом (P. Siple). Гігієністами А.Д. Астафьевим, С.В. Слоневским і теплофізиком К.Ф. Фокіним, які досліджували взаємозв'язок теплообміну людини і теплофізичних параметрів одягу, була продемонстрована можливість проектування одягу із заданими параметрами.

Один з напрямів дослідження одягу на сучасному етапі - розробка і обґрунтування фізіологічних гігієнічних вимог до спеціального одягу, що захищає людину від несприятливих факторів зовнішнього середовища, які не піддаються регулюванню. Сучасний рівень розвитку техніки і технології виробництва швейних виробів дозволяє створювати спеціальний одяг, що регулює теплообмін між людиною та навколишнім середовищем шляхом підведення або відведення тепла завдяки застосуванню в ньому спеціальних конструктивних рішень.

На цей час накопичено великий обсяг матеріалу по гігієнічній оцінці одягу. Розроблено методи та критерії фізіологічно-гігієнічної оцінки одягу. Встановлено взаємозв'язок між деякими технічними параметрами матеріалів одягу в цілому, досліджено вплив різного за матеріалами і конструкцією

одягу на організм людини. Ці дані є основою для проектування спеціального одягу відповідного призначення для різних умов праці і зовнішнього середовища.

Особливого значення набувають вимоги до якості та гігієни одягу при роботі в гарячих цехах, умови праці в яких характеризуються нагріваючим мікрокліматом, а також спостерігається значне тепловиділення, більше 23 Вт/м^3 . Висока інтенсивність теплового випромінювання призводить до нагрівання огорож, устаткування, перетворюючи їх у вторинні джерела випромінювання, а також нагріває повітря, температура якого в цих цехах підвищується у теплий період року до $35 - 40^\circ\text{C}$ і більше.

Численні дослідження, проведені радянськими і закордонними вченими, свідчать про те, що робота в цехах з нагріваючим мікрокліматом може за певних умов привести до несприятливих змін в організмі. Робота в умовах нагріваючого мікроклімату викликає підвищені вимоги до терморегуляції організму, оскільки різко збільшується приплив тепла із зовнішнього середовища, за рахунок теплового випромінювання та конвекції, що призводить до мобілізації всіх шляхів тепловіддачі. Вплив високої температури повітря і теплового випромінювання викликає значне розширення поверхневих судин шкіри та підвищення її температури. У робітників гарячих цехів потовиділення може досягати $3 - 5 \text{ г/хв.}$, а при виконанні особливо важкої роботи - навіть 10 г/хв.

Гігієнічні вимоги до спецодягу для захисту від перегрівання складні, так як необхідно одночасно забезпечити захист від потоку тепла ззовні і віддачу тепла, що утворюється в організмі. Захисна роль спецодягу в нагрівачому мікрокліматі фактично зводиться до зменшення зовнішнього теплового навантаження, яке може істотно перевищувати внутрішнє, обумовлене метаболізмом, особливо при впливі на людину інтенсивного теплового випромінювання, але це не завжди можливо через особливості технологічних процесів.

Таким чином, для безпечної і комфортної праці в гарячих цехах, необхідно розробити новий вид спеціального одягу, який дозволяв би вбирати і утримувати вологу в підодежному просторі та відповідав би ергономічним і гігієнічним вимогам. А так як спеціальний одяг – це засіб індивідуального захисту (ЗІЗ), на який поширюється дія технічного регламенту, то необхідно створити відповідне нормативне забезпечення для його проектування, виробництва та застосування.

Метою дисертаційної роботи являється створення безпечних умов праці в гарячих цехах при нагрівачому мікрокліматі за рахунок застосування підодежного гігієнічного костюму та удосконалення відповідних нормативних документів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі дослідження:

1. Провести аналіз особливостей умов праці людини в гарячих цехах - в умовах нагрівачого мікроклімату і визначити ступінь його несприятливої дії на організм людини.
2. Знайти математичні моделі проходження вологи крізь текстильні матеріали на основі математичного моделювання процесу дифузії.
3. Знайти математичні моделі проходження вологи крізь декілька шарів текстильних матеріалів, об'єднаних в один пакет.
4. Визначати час та швидкість максимального накопичення вологи в одному шарі різних текстильних матеріалів.
5. Визначати час та швидкість максимального накопичення вологи в двох та трьох шарах різних текстильних матеріалів, об'єднаних в один пакет.
6. Провести експериментальні дослідження накопичення вологи в текстильних матеріалах та підтвердити адекватність запропонованих математичних моделей.
7. Спроекувати моделі підодежних гігієнічний робочий костюмів для застосування в гарячих цехах.

8. Розробити проект нормативного документу, який буде включати вимоги до проектування, виробництва, застосування та обслуговування підодежного гігієнічного костюму.

Об'єкт дослідження: забезпечення безпечних, гігієнічних та комфортних умов праці робітників в гарячих цехах.

Предмет дослідження: удосконалення нормативних документів проектування та застосування засобів індивідуального захисту.

Експериментальні дослідження реалізувалися проведення експериментів по визначенню характеристик накопичення вологи в текстильних матеріалах і їх порівняння з результатами теоретичних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. За результатами аналізу та узагальнення отриманих даних удосконалено нормативне забезпечення, яке регламентує вимоги до проектування, виробництва та застосування ЗІЗ працівників у гарячих цехах, що базується на таких наукових результатах та розробках:

1. Удосконалені методи визначення вологопоглинаючих характеристик текстильних матеріалів шляхом проведення макроексперименту, що дозволить з більшою точністю визначати концентрацію вологи в матеріалі.

2. Вперше поставлена і розв'язана задача визначення концентрації вологи в середині шару матеріалу з урахуванням нелінійності процесу накопичення вологи в багатошаровому матеріалі.

Практична цінність отриманих результатів.

Розроблено метод та методика випробування багатошарових текстильних матеріалів на дифузійне водопоглинання. Розроблено проект нормативного документу на ЗІЗ "Комплект одягу підодежний гігієнічний для роботи в гарячих цехах" та обґрунтована схема його сертифікації.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НАУКОВО - ТЕХНІЧНИХ ПІДХОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ОДЯГУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

У розділі наведено критичний аналіз понад 100 джерел вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури і нормативних документів, одна частина з яких присвячена основним теоретичним положенням, пов'язаним з оцінкою якості швейних виробів, а інша - науковому аналізу в галузі оцінки якості одягу індивідуального захисту.

В розділі наведена критична оцінка існуючих національних нормативних документів, використовуваних при оцінці якості одягу індивідуального захисту, а також розглянуто ряд міжнародних та європейських стандартів, використовуваних для оцінки якості продукції і встановлені основні положення, які можуть бути використані при розробці сучасних стандартів оцінки якості і безпеки захисного одягу.

1.1 Законодавчі і нормативні вимоги до якості одягу індивідуального захисту.

Науково-технічний прогрес супроводжується постійним ускладненням техніки та технологій, використанням нових матеріалів і джерел енергії, що спричиняє появу нових видів небезпек, які в свою чергу підвищують важливість проблеми забезпечення безпеки праці. У системі заходів із охорони праці засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), зокрема спеціальний одяг, займають важливу роль, оскільки їх застосовують, коли інші заходи не можуть забезпечити необхідну безпеку. Тому в усіх розвинених країнах стандартизація ЗІЗ є одним з ключових напрямків у галузі охорони праці.

Міжнародне співтовариство накопичило великий практичний досвід у сфері охорони праці, який узагальнено в міжнародних документах і стандартах. Директиви Європейського Співтовариства 89/686/ЄС «Засоби індивідуального захисту» та 89/656/ЄС «Використання ЗІЗ на робочому місці» встановлюють загальні вимоги, детально описані в міжнародних

стандартах ISO та EN. Відповідно до європейського законодавства, вироби, що виробляються, повинні відповідати певним вимогам:

- задовольняти вимогам по забезпеченню безпеки, заснованим на заявленій категорії захисту;
- підлягати випробуванням відповідно до типу, які проводяться уповноваженою організацією;
- мати маркування СЕ та інформацію про виріб;
- вироблятися в рамках прийнятої системи контролю якості.

До групи стандартів на методи випробувань відносяться також стандарти серії ISO 105 на методи випробування стійкості забарвлення текстильних матеріалів до фізико-механічних і хімічних впливів, а також стандарти на методи випробування міцності швів та символи по догляду за готовими виробами в процесі експлуатації.

В Україні на якість і безпеку продукції, робіт і послуг, їх конкурентну здатність значний вплив має система технічного (нетарифного) регулювання, діяльністю якої є встановлення обов'язкових вимог до продукції і методів її виробництва, оцінка відповідності, а також контроль за дотриманням обов'язкових вимог. Основними елементами національної системи технічного регулювання є закони та технічні регламенти - нормативно-правові акти, в яких встановлюються обов'язкові для виконання вимоги з безпеки.

Згідно офіційного словника Світової організації торгівлі є документом, що містить обов'язкові технічні вимоги безпосередньо, чи шляхом посилання на національні стандарти. І ці вимоги обов'язкові для виконання. Технічні регламенти, які будуть застосовуватися в Україні, є аналогами відповідних директив Євросоюзу і повинні затверджуватися Кабінетом Міністрів України.

Всі технічні регламенти, які розробляються в Україні, базуються на відповідних європейських директивах, які, в свою чергу, побудовані на

принципах так званого "глобального підходу" і "нового підходу" оцінки відповідності, прийнятих в Євросоюзі.

Згідно з "Переліком продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні" (наказ КМУ №28 від 01.03.05), засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) поділяються на 13 категорій: засоби захисту голови, очей, особи, органів дихання, органів слуху, захисту від падіння з висоти, рук, костюми ізолюючі, спеціальний захисний одяг, засоби захисту ніг, рятувальні жилети, комплексні засоби, дерматологічні захисні засоби.

Згідно з технічним регламентом [12], ці групи ЗІЗ класифікуються на три категорії залежно від конструкції та призначення:

- Категорія I — ЗІЗ простої конструкції;
- Категорія III — ЗІЗ високої складності, що призначені для захисту від небезпеки, що загрожує життю людини або може спричинити невиліковні тілесні ушкодження;
- Категорія II — ЗІЗ середньої складності, що не належать до категорій I та III.

Основні вимоги до захисних властивостей кожної групи визначаються відповідно до типу спецодягу.

Наказом Держспоживстандарту України №374 від 26.03.2005 р. затверджено перелік національних стандартів, добровільне застосування яких може бути визнано доказом відповідності ЗІЗ вимогам технічного регламенту [12]. Загалом налічується 314 гармонізованих стандартів, серед яких 72 стосуються одягу спеціального призначення, наприклад [13-32].

Сьогодні величезна кількість фірм займається реалізацією спецодягу та ЗІЗ, але далеко не кожна з них гарантує клієнту високу якість продукції, її широкий асортимент, і в той же час гнучку цінову політику. На жаль, багато підприємств досі воліють купувати спецодяг, орієнтуючись, насамперед, на низькі ціни.

Аналізуючи нормативну документацію на різні види спеціального одягу, можна виділити основні вимоги до окремих груп захисного одягу.

Наприклад, в спецодязі, що захищає від механічних впливів, основними є його властивості на міцність: стійкість до стирання, розривів, проколів, порізів і так далі. Ці вимоги забезпечується в основному використанням матеріалів з високими експлуатаційними властивостями. У конструкції цього спецодягу повинні бути передбачені спеціальні елементи, які збільшують термін його експлуатації: наколінники, налокітники, полімерні покриття на ділянках найбільшого зносу та інші.

Одяг для захисту від нетоксичного пилу повинен перешкоджати проникненню пилоподібних частинок в простір під одягом. В конструкції одягу цієї групи зазвичай передбачаються елементи, що забезпечують замкнутість внутрішнього, «підодежного» шару: манжети, клапани по лініях застібок, куліси, шоломи з пелеринами та інші.

Властивості спецодягу для захисту від знижених температур визначаються відповідністю теплового опору і повітропроникності метеорологічними умовами, енерговитратам, тривалості перебування на холоді. Одна з вимог, які висувають до цього виду спецодягу - регулювання його теплоізоляції відповідно з можливими змінами погодних умов та рівня енерговитрат. Ця вимога виконується за допомогою багат шарових утеплювачів (утеплюючих прокладок, підстібок, утепленої білизни) та наявності в одязі різних вентиляційних пристосувань. Існують основні нормативні документи, що визначають конкретні вимоги до зимового спецодягу [33; 34].

Основне призначення спецодягу для захисту від підвищених температур - захист працюючого від перегрівання, забезпечення нормальних умов для діяльності центральної нервової та серцево-судинної системи. Рациональне комплектування в пакеті спецодягу нових матеріалів дозволить захистити працівника від конвективної теплоти і травм при контакті з нагрітими поверхнями.

Захисні, експлуатаційні та гігієнічні характеристики спецодягу значною мірою залежать від матеріалів, з яких він виготовлений. Асортимент

матеріалів, що використовуються для виробництва спеціального одягу, є досить широким. Для верхніх частин виробів здебільшого застосовуються бавовняні, лляні, вовняні, змішані та синтетичні тканини, а також натуральне і штучне хутро та трикотажні полотна. В останній час все частіше використовуються зносостійкі та довговічні сумішеві тканини. Однак тканини, що містять тільки натуральні волокна, залишаються актуальними для певних спеціальностей, де використання синтетичних волокон є неприпустимим через вимоги пожежної безпеки або можливість виникнення статичної електрики в матеріалі. Для підкладки використовуються бавовняні, змішані та синтетичні тканини. Як утеплювачі для робочого одягу використовуються вата, ватин, натуральне та штучне хутро, а також синтетичні об'ємні утеплювачі.

До спецодягу пред'являють вимоги, що враховують показники якості та призначення виробу. Умовно ці показники поділяються на спеціалізовані, для конкретної групи (підгрупи) у відповідності з її призначенням і загальні, для всіх груп і підгруп спецодягу. До спеціалізованих належать, наприклад, опір розриву деталей виробу або розривне навантаження тканини в спецодязі для захисту від механічних впливів і загальних виробничих забруднень. До загальних показників спецодягу можна віднести гігієнічні, експлуатаційні, ергономічні та художньо-естетичні.

Важливим аспектом аналізу наявних нормативних документів є виявлення суперечностей між групами показників якості спеціального одягу. Наприклад, одяг, який ефективно захищає від холоду, може бути громіздким через велику товщину матеріалу, що обмежує рухи. Одяг, який добре захищає від води та хімікатів, має низьку повітропроникність, що знижує вентиляцію під одягом. Якщо одяг добре захищає від теплового випромінювання, це може призвести до інтенсивного потовиділення в умовах жаркого клімату. Ці фактори вимагають пошуку комбінованих матеріалів та технологій пошиття спецодягу, які забезпечують не тільки комфорт, високу продуктивність, але й безпеку праці.

1.2 Особливості формування показників якості спеціального одягу

Окремими проблемами, пов'язаними з формуванням якості швейних виробів, займався ряд дослідників, серед яких: Коблякова Е.Б., Романів У.Е., Шершньова Л.П., Березненко М.П., Березненко С.Н., Чубарова З.С., Кокеткин П.П. та ін. [35 - 40], які відзначали, що поліпшення якості швейних виробів значною мірою залежить від удосконалення методів оцінки проєктованих виробів.

Так як якість швейного виробу проявляється в першу чергу через його властивості, тобто через об'єктивні особливості об'єкта, то на першому етапі оцінки швейної продукції проводять вибір номенклатури показників якості. Після вибору номенклатури показників якості проводять вибір методу вимірювань, визначають числові значення вибраних показників і проводять вибір базових показників якості. Слід зазначити, що при оцінці якості на основі стандартів за базові показники приймають норми і вимоги відповідного стандарту [41]. На заключному етапі оцінки якості, порівнюють сукупність показників якості продукції з відповідною сукупністю нормативних показників якості.

Слід зазначити, що якщо питання оцінки якості швейних виробів базових показників побутового призначення досить повно висвітлені [42], то, на жаль, для захисного одягу в технічній літературі з цього питання існують лише окремі публікації. Номенклатура показників якості, яка нині діє в Україні, не відбиває те, що швейні вироби різні за функціональним призначенням. У зв'язку з цим, очевидно, що оцінка за стандартизованими показниками якості різних підкласів одягу, зокрема захисного одягу, може виявитися неприйнятною.

При виборі номенклатури одиничних і групових показників, які визначають комплексну якість промислової продукції, як правило, керуються наступними міркуваннями. Використання принципу "укрупнення" елементів системи, призводить, як правило, до спрощення завдання встановлення зв'язків між цими елементами та їх взаємодії. В той же час деталізація елементів системи спрощує оцінку якості окремих одиничних або групових показників

виробу, але в цілому ряді випадків не дозволяє забезпечити комплексну оцінку його якості. Тому деталізація елементів системи управління якістю продукції, які для одягу індивідуального захисту повинні бути досить повно прописані, повинна визначатися з урахуванням конкретних завдань.

Слід відзначити, що загальний підхід до вибору номенклатури показників якості швейної та текстильної продукції досить докладно розглянуто в ряді робіт [36; 38]. Однак у цих роботах номенклатура властивостей практично не доведена до одиничних показників якості, які піддаються кількісному вимірюванню, що не дозволяє оцінити якість виробу з достатньою точністю. Очевидно, що тільки створення достатньо повної номенклатури показників якості захисного одягу дозволить об'єктивно оцінити її якість.

Найбільш повний перелік показників, що дозволяють досить адекватно оцінити якість швейних виробів, розроблений Е. Б. Кобляковою [35]. Цей перелік включає у свій склад велику кількість одиничних показників. Дана класифікація показників якості найкращим чином підходить для оцінки якості швейних виробів, і на сьогоднішній день є, на нашу думку, найбільш прийнятною також для оцінки якості захисного одягу.

За допомогою стандартизації можлива раціоналізація виробництва шляхом зведення численних видів виробів однакового призначення до мінімального числа цих видів із найкращими властивостями. Уніфікація конструкцій одягу полягає в приведенні різноманітних за формою і розмірами деталей і вузлів усередині кожного типу виробу до одноманітності (без шкоди для якості, зовнішнього вигляду та інтересів споживача). Ці методи сприяють скороченню строків проектування та технічної підготовки виробництва. Останнім часом проектування спецодягу з уніфікованих деталей і вузлів отримало широке застосування. Так відомі розробки баз даних і комп'ютерних систем підготовки виробництва спецодягу, заснованих на застосуванні модульної системи.

Основою розробки таких баз даних стають аналіз та узагальнення досвіду роботи виробництва фірми. Бази даних, які використовуються для

комп'ютерного проектування одягу, в основному створюють за видами асортименту. У цих базах даних модель будується з використанням обмеженої кількості конструктивних основ і великої безлічі варіантів конструктивних елементів оформлення. Аналіз показав, що в костюмі можуть бути стандартизовані наступні деталі: коміри, манжети, кишені, та ін. На основі поєднання стандартних елементів можна створити найрізноманітніші варіанти моделей.

Одяг спеціального призначення є багатофункціональним і при його проектуванні важливим аспектом є адекватне визначення потреб, для задоволення яких створюються вироби, а також уміння правильно визначити ступінь відповідності виробів вимогам споживача, що особливо важливо при естетичному оформленні.

Таким чином, аналіз робіт, присвячених проблемі формування якості швейних виробів, в тому числі захисного одягу, показав, що номенклатура показників якості швейних виробів на сьогоднішній день розроблена досить повно і успішно застосовується на практиці. У той же час питання, пов'язані з оцінкою якості одягу недостатньо вивчені і розроблені. Публікації по цій темі часто носять суперечливий характер і їх результати не можуть бути рекомендовані, як при проектуванні, так і при виготовленні цього виду одягу. Також потребують розробки підходи до оцінки ступеня відповідності виробів вимогам споживача з метою подальшої розробки нових видів спецодягу на основі використання методів стандартизації та уніфікації.

1.3. Гігієнічні властивості текстильних матеріалів та методи їх оцінювання.

Значимість гігієнічних показників споживчої оцінки одягу безперервно зростає і стає все більш важливим критерієм придбання і споживання населенням, як готового одягу, так і матеріалів для неї. Цим пояснюється також і значне посилення уваги останнім часом, як в наукових дослідженнях,

так і в практиці створення одягу до проблеми адекватності одягу умовам її експлуатації в системі «людина-одяг-середовище».

Німецьким гігієністом М. Рубнером (1885 р.) на основі експериментальних даних було доведено, що вплив одягу на людину визначається не тільки властивостями матеріалів, з яких він виготовлений, а також відповідністю одягу зовнішнім умовам і станом організму в даний момент. М. Рубнером вперше були сформульовані загальні гігієнічні вимоги до одягу. У 1934 р. гігієністами А. Д. Астафьевим, С. В. Слоневским і теплофізиком К. Ф. Фокіним, що досліджували взаємозв'язок теплообміну людини і теплофізичних параметрів одягу, була продемонстрована можливість проектування одягу з заданими параметрами. Гігієнічні вимоги до одягу для захисту від холоду були сформульовані Ю. В. Вадковской, П. Е. Калмиковим, П. Сайплом (Р. Siple), до одягу для спекотного клімату - Ю. В. Вадковской. Ґрунтуючись на результатах численних досліджень, проведених в холодних кліматичних зонах, проф. Ю. В. Вадковська приділяє особливу увагу захисту одягу від зволоження, що є причиною збільшення теплопровідності матеріалів і підвищення тепловтрат людини. На її думку своєчасне видалення водяних парів і попередження накопичення вологи в одязі може бути забезпечено відповідним кроєм одягу і раціональним підбором матеріалів.

Призначення спецодягу - не тільки забезпечувати захист працюючих від різних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, але і зберігати їх нормальний тепловий стан, що є однією з умов високої працездатності людини. Проектуванням та розробкою спеціального одягу із спеціальними властивостями для захисту працюючих в несприятливих для організму людини умовах займалися багато вітчизняних вчених [43-56]. Гігієнічні властивості спецодягу більшою мірою визначаються відповідними властивостями матеріалів. До числа найважливіших гігієнічних властивостей матеріалів належать: гігроскопічність, паропроникність, повітропроникність [57].

Під гігроскопічністю розуміють здатність тканин до сорбції пари води з повітря, що має відносну вологість 98%. Для проведення випробувань з тканини вирізують три зразки розміром 50x200 мм і кожен з них поміщають в окрему бюксу. Бюкси ставлять в ексикатор з водою з відотною вологістю повітря $98 \pm 1\%$. Відкриті бюкси витримують в ексикаторі протягом 4 год., після чого їх закривають і виймають з ексикатора. Висушування бюкс до постійної маси проводиться при температурі $107 \pm 2^\circ \text{C}$ (бюкс із зразками хлорованих тканин - при температурі $68 \pm 2^\circ \text{C}$), потім слідують охолодження і зважування. Гігроскопічність H , %, визначається за формулою:

$$H = 100 (m_{\text{в}} - m_{\text{с}}) / m_{\text{с}}, \quad (1.1)$$

де $m_{\text{в}}$ - маса вологого зразка, г; $m_{\text{с}}$ - маса сухого зразка, г.

Остаточним результатом є середнє арифметичне трьох визначень.

Гігроскопічні тканини легко вбирають вологу і легко віддають її в навколишнє середовище. Накопичення вологи в підодежному просторі погіршує самопочуття людини [58].

Під вологовіддачею розуміється здатність тканини, витриманої при відносній вологості повітря 98%, віддавати пари води в повітря з відотною вологістю 2%. Визначення вологовіддачі тканини в основному аналогічно визначенню гігроскопічності і відрізняється лише тим, що після зважування бюкси, витриманою в ексикаторі з водою, її поміщають в ексикатор з сірчаною кислотою, відносна вологість повітря в якому становить $2 \pm 1\%$. Відкриті бюкси витримують там протягом 4 год., потім їх закривають, виймають з ексикатора і зважують. Остаточна сушка та охолодження проводяться так само, як при визначенні гігроскопічності. Вологовіддачу V_o , %, обчислюють за формулою

$$V_o = 100 (m_{\text{в}} - m_{\text{с.к}}) / (m_{\text{в}} - m_{\text{с}}), \quad (1.2)$$

де $m_{\text{в}}$ - маса зразка після витримування в ексикаторі з водою, г; $m_{\text{с.к}}$ - маса зразка після витримування в ексикаторі з сірчаною кислотою, г; $m_{\text{с}}$ - маса зразка після висушування до постійної маси, г.

Під капілярністю розуміється здатність тканини поглинати і переносити воду на яку-небудь висоту під дією капілярних сил. Для випробувань з кожного зразка тканини вирізують три пробки розміром 50х300 мм, застосовуючи пристрій, зображений на рис. 1.1. На планку з голками 3 по краях і посередині підвішують лінійки 4. Зразок випробуваної тканини 2 підвішують одним кінцем на голки, інший заправляють між скляними паличками 5, скріплюються гумовими кільцями. Ємність 1 встановлюють на підставку 6 пристрою і наливають в неї розчин двухромовоокислого калію або еозину так, щоб рівень наливої в неї рідини збігся з верхньою площиною скляних паличок і нульовими відмітками лінійок. Через 1 год. відзначають висоту підйому розчину з тканини з точністю не більше ± 1 мм.

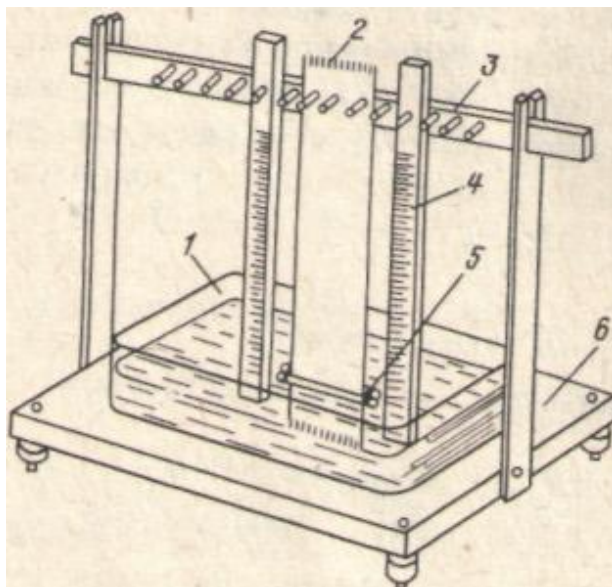


Рис. 1.1 - Прилад для визначення капілярності тканини

Під вологістю тканини розуміють вміст води у тканині. Суть методу визначення вологості полягає у визначенні вмісту води в тканині у момент випробування. Вирізають два зразки, зважують їх і висушують до постійної маси при температурі $107 \pm 2^\circ \text{C}$ (температура сушіння хлоринових тканин $68 \pm 2^\circ \text{C}$) і повторно зважують.

Вологість W_ϕ , %, визначають за формулою:

$$W_\phi = 100(m_b - m_c)/m_c, \quad (1.3)$$

де m_b - маса зразка пробки до висушування, г; m_c - маса сухого зразка, г.

Під водопоглинанням розуміється здатність тканини сорбувати воду. Водопоглинення матеріалу залежно від призначення виробу може характеризувати як його гігієнічні властивості, так і захисні [59]. Найбільшою мірою цей показник характеризує гігієнічні властивості. Для випробувань вирізають три зразка 3 (рис. 1.2) розміром 50х50 мм, кожен з

яких зважують, наколюють на гачок 1 і поміщають в посудину з дистильованою водою 2. Час витримки бавовняних і лляних тканин поверхневої площині менше 500 г/м² становить 1 хв., лляних поверхневої щільності більш як 500 г/м² - 10 хв., вовняних і з водовідштовхувальним просоченням – 1 год.

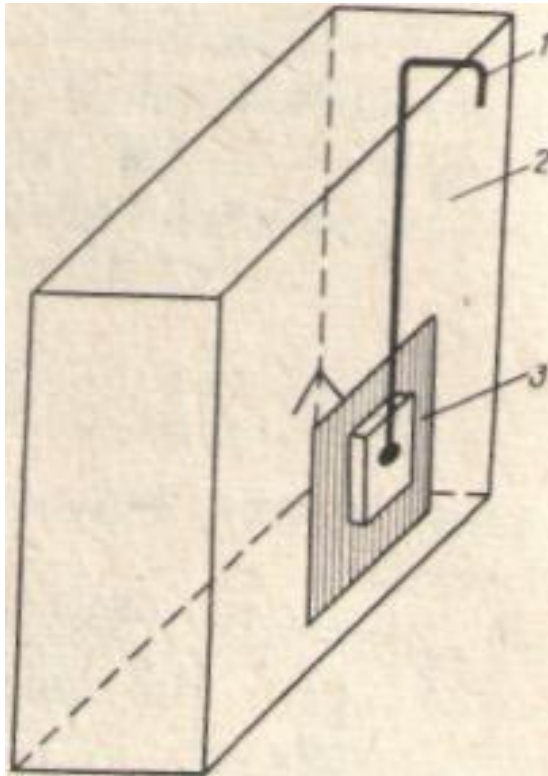


Рис. 1.2 - Прилад для визначення водопоглинання.

Після цього пробу виймають, віджимають між трьома шарами фільтрувального паперу і зважують. Водопоглинення $V_{\text{п}}$, %, визначається за формулою:

$$V_{\text{п}} = 100(m_{\text{в}} - m_{\text{с}}) / m_{\text{с}}, \quad (1.4)$$

де $m_{\text{в}}$ - маса вологого зразка, г; $m_{\text{с}}$ - початкова маса зразка, г.

Всі перераховані вище методи визначення гігієнічних властивостей тканин є стандартизованими і широко використовуються в практиці.

Визначення вологопровідних властивостей матеріалів має велике значення при оцінці одягу, що безпосередньо

контактує з поверхнею тіла людини (білизна, робочі костюми, які надягають безпосередньо на тіло людини, тощо) [60].

В табл. 1.1 наведені показники гігієнічних властивостей деяких видів тканин, випробування яких проводилися співробітником Центрального науково-дослідного інституту швейної промисловості Р. В. Горшкової з метою вибору їх оптимального асортименту для білизни.

Як показано в таблиці, бавовняні та віскозні тканини мають гігроскопічність 18,6-19%, ацетатні майже в два рази меншу (8,2%). Додавання відносно гідрофобного ацетатного волокна в трикотажні полотна

із змішаних волокон призводить до зниження їх гігроскопічних властивостей, вкладення гідрофобного поліамідного волокна значно знижує гігроскопічність. Додавання віскозного волокна в триацетатні матеріали підвищує гігроскопічність цих матеріалів.

Таблиця 1.1 - Гігієнічні властивості трикотажу і тканин

Волокна	Гігроско- пічність, %	Вологовід- дача, %	Водопогли- нання, %	Капіляр- ність, мм
Трикотажні полотна				
Бавовняні	19	28,7	137,8	17,3
Ацетатні	8,2	42	71,2	11,8
Змішані	14	43,4	109,2	3,5
Віскозні	18,6	37,2	142	10,6
Тканини				
Змішані (12%ПА+88%ТАЦ)	7,3	68,3	95,8	8,7
Змішані (38%ПА+62% ТАЦ)	5,5	79,1	100,1	12,1
Змішані (33% віск. + 67% ТАЦ)	9,7	42,8	112,4	14,8

ПА - поліамідні; ТАЦ - триацетатні.

Включення віскозного волокна у матеріали для спецодягу призводить до збільшення їх вологопоглинальних властивостей при одночасному зниженні вологовіддачі. Цю особливість змішаних матеріалів необхідно враховувати при створенні спецодягу, що експлуатується, наприклад при підвищених температурах [58]. Припускають, що ці матеріали, зберігаючись протягом тривалого часу вологими, будуть сприяти більш комфортному стану працюючих. Протилежний ефект слід очікувати при використанні тканин і з віскозного волокна в спецодязі для захисту від знижених температур. Волога, накопичуючись в пакеті матеріалів, буде сприяти зниженню теплозахисних властивостей [61].

Повітропроникність – це об’єм повітря що проходить через задану площу тканини за одиницю часу. Метод визначення повітропроникності ґрунтується

на вимірюванні об'єму повітря, що проходить через задану площу досліджуваного матеріалу за одиницю часу. Він поширюється на всі види тканин, трикотаж, неткані полотна, повсть, штучний хутро, дубльовані матеріали і т. д.

Повітропроникність Q , $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ визначають за формулою:

$$Q = 10000V_{\text{ср}}/S, \quad (1.5)$$

де $V_{\text{ср}}$ - середня витрата повітря, $\text{дм}^3 / \text{с}$; S - площа випробуваного зразка, см^2 .

Середню витрату повітря $V_{\text{ср}}$ визначають шляхом підрахунку середньоарифметичного всіх вимірювань по диференціальному манометру.

Для спецодягу, що експлуатується в умовах знижених температур і при сильному вітрі, потрібно підбирати тканини, які мають малу повітропроникність. У той же час для забезпечення вологообміну людини з навколишнім середовищем пакет матеріалів повинен володіти певною повітропроникністю, необхідною для відведення вологи з під підодежного простору, особливо при використанні гідрофобних матеріалів [61].

Для забезпечення нормального вологообміну і газообміну (видалення вуглекислоти) в умовах підвищеної температури повітря матеріали для спецодягу повинні володіти високою повітропроникністю, що забезпечує вентиляцію підодежного простору.

В табл. 1.2 наведена повітропроникність матеріалів та пакету матеріалів, рекомендовані для виготовлення спецодягу різного призначення [62].

Таблиця 1.2 - Рекомендовані показники повітропроникності для одягу різного призначення

Призначення одягу	Кліматична зона	Повітропроникність, $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$
Зимовий одяг	I А і Б, III-V	до 10
	II	до 25
Літній одяг	-	330-370

При створенні спецодягу для захисту від комплексного впливу виробничих факторів (знижених і підвищених температур, нафти, кислоти тощо), як правило, не представляється можливим підібрати матеріали, що володіють потрібною повітропроникністю. У цьому випадку необхідно розробляти таку конструкцію спецодягу, яка забезпечувала б вентиляцію підодежного простору [62].

Науково обґрунтовані нормативи показників повітропроникності тканин для спецодягу, що враховують групи захисту, до теперішнього часу не встановлені. Є нормативи для бавовняних і змішаних тканин відомчого призначення залежно від їх поверхневої щільності (табл. 1.3). Однак ці дані вимагають значного коригування [63].

Таблиця 1.3 - Нормативні вимоги до повітропроникності бавовняних і змішаних тканин відомчого призначення

Тканини	Поверхнева щільність, г/м ²	Повітрепроникність, дм ³ / (м ² · с), не менше
Білизняні	130-150	50
	180-200	10
Костюмні і пальтові	160-190	50
	220-310	20

Паропроникність тканин - це їх здатність пропускати водяні пари і тим самим забезпечувати нормальні умови життєдіяльності організму людини в одязі. Метод ґрунтується на визначенні ваговим методом кількості парів води, які пройшли за одиницю часу через одиницю площі зразка в неізотермічних і ізотермічних умовах.

При визначенні паропроникності в неізотермічних умовах вирізають не менше двох круглих зразків діаметром 55 ± 1 мм. Для випробування використовують камеру, що забезпечує автоматичне регулювання і стабільне

підтримання відносної вологості повітря $65\pm 5\%$, температури $20\pm 3^{\circ}\text{C}$. В неї поміщають прилад з 10 стаканчиками.

Паропроникність в неізотермічних умовах $\Pi_{\text{ні}}$, мг/ ($\text{см}^2 \cdot \text{год.}$), визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{ні}} = (m_1 - m_2)10^3/160, \quad (1.6)$$

де m_1 - маса стаканчика зразка до випробування, г; m_2 - маса стаканчика зразка після випробування, г; 160 - коефіцієнт, рівний St, де S - робоча площа зразка (10 см^2); t - час випробування (16 год.).

Для проведення випробувань використовують спеціальну камеру (або термостат), що забезпечує автоматичне підтримання температури $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, і поміщають в неї ексикатор. В нього наливають сірчану кислоту (щільністю $1,83 \text{ г/см}^3$) так, щоб відстань від поверхні кислоти до зразка було $130\pm 10 \text{ мм}$. Ексикатор закривають кришкою і поміщають у камеру або термостат не пізніше, ніж за 4 год. до початку випробування. У кожен стаканчик заливають $14\pm 1 \text{ мл}$ дистильованої води і заправляють зразок лицьовою або виворітною стороною до води в залежності від призначення матеріалу. В ексикатор з кислотою, що знаходиться в камері, поміщають одночасно десять стаканчиків на 16-18 год.

Після закінчення цього часу стаканчики із зразками виймають і зважують, потім поміщають в ексикатор ще на 6 год. і знову зважують.

Паропроникність в ізотермічних умовах $\Pi_{\text{і}}$, мг/($\text{см}^2 \text{ год}$), визначають за формулою:

$$\Pi_{\text{і}} = (m_3 - m_4)10^3/29,4 \quad (1.7)$$

де m_3 , - маса стаканчика із зразком після 16-18 год. термостатування, г; m_4 - маса стаканчика із зразком після 6 год. термостатування, г; 29,4 - коефіцієнт, рівний St, де S - робоча площа зразка ($4,9 \text{ см}^2$); t - час випробування (6 год.).

Наведений вище метод оцінки паропроникності застосовується найчастіше для порівняння різних матеріалів.

У ряді випадків, коли неможливо управляти рівнем паропроникливості, тоді регулюють цей рівень режимами праці з обмеженням часу перебування у спецодязі, що веде до зниження продуктивності роботи працюючих. З вище сказаного, впливає актуальність створення матеріалів з кращими гігієнічними властивостями для виготовлення спецодягу [54].

Незважаючи на те, що виробництво одягу є однією з важливих галузей народного господарства, наукова розробка питань проектування одягу, а також методів її оцінки відстає від вимог споживача. Тому швейна промисловість вимушена, як правило, виготовляти одяг і вибирати матеріали для нього суто емпірично, без обліку гігієнічних вимог до нього, кліматичних умов, особливостей трудових процесів та інших чинників. Це знижує теплозахисні функції одягу і веде до зайвих невиправданих витрат сировини і праці. Проектований сучасний спеціальний одяг повинен значною мірою розширити можливості виробничої діяльності людини в цехах з суворими умовами праці.

1.4 Стан питання визначення параметрів проходження вологи крізь текстильний матеріал

Експериментальні дослідження проникнення вологи крізь текстильні матеріали описані в багатьох роботах. Зокрема в [64 - 65] розглянуто матеріали суміші з вовни та регулювання вологості волокон.

Типові характеристики збільшення концентрації вологи в текстильних зразках показані на рис.1.3 [67].

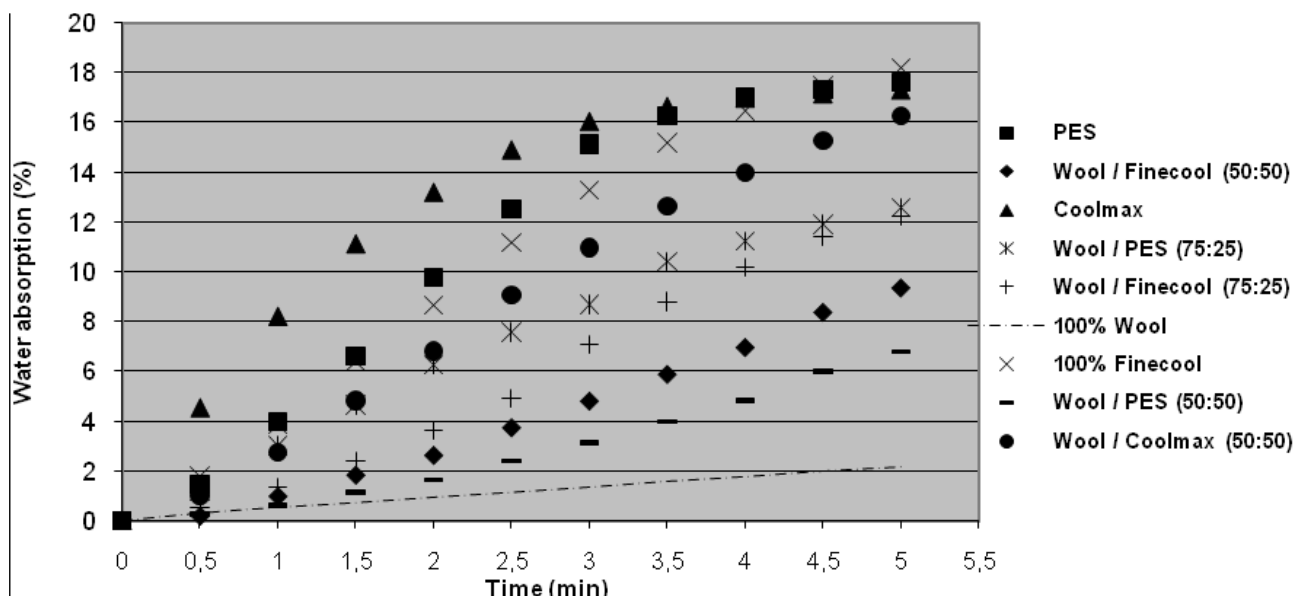


Рис.1.3 - Експериментальні залежності поглинання води в текстильних матеріалах.

В роботах [66 - 67] відзначено, що створення та використання наявної бази даних структурних, фізичних, механічних та фізико-хімічних властивостей текстильних матеріалів, дозволить вибрати вихідні полотна, показники якості яких потенційно можуть забезпечити інтегровані вимоги до композиційного матеріалу в цілому.

З метою встановлення основних фізичних та механічних факторів, що діють на текстильні матеріали, було проаналізовано умови експлуатації лікарняних простирадл для догляду за лежачими хворими [68 - 69]. Основними факторами, які впливають на мікроклімат, є продукти життєдіяльності організму та фізіологічні рідини, зокрема піт, жир, сеча, а також теплопродукція та тиск тіла людини. Спільна дія цих факторів призводить до погіршення мікроклімату між шкірою людини та постільною білизною, де відносна вологість повітря наближається до 100%, а температура коливається в межах 25–27°C.

Таблиця 1.4 - Показники фізичних властивостей вихідних текстильних матеріалів

№	Найменування показника, одиниці вимірювання, методи дослідження	Інтервал значень для 26 досліджених матеріалів
1	Кондиційна вологість, W_n , % (ISO 811-81))	0,2 - 8,8
2	Гігроскопічність, H , % ((ISO 811-81))	0,6 - 21,5
3	Крайовий кут змочування, θ , град	39 - 130
4	Час до повного зникнення краплі, ϕ , с	0,2 - 600
5	Капілярність, K , мм ((ISO 811-81))	0 - 200
6	Площа розтікання води по горизонт. поверхні ТМ, S , мм ²	0 - 8990
7	Водовбиральність, $П_n$, % ((ISO 811-81))	0 - 570
8	Коефіцієнт водомісткості, B_n , г/м ³ ((ISO 811-81))	0 - 1060
9	Час висихання, ϕ , хв	10 - 50
10	Водотривкість, $B_{тр}$, Па ((ISO 811-81))	0 - 4900
11	Водопромоклість в статичн. умовах, W_n , год	0 - більше 3
12	Водопромоклість в дин. умовах, W_n , хв	0 - 105
13	Водопроникність в динамічних умовах, U_n , г/м ² ·год	0 - 770
14	Коефіцієнт теплового поглинання, b , Вт·с ^{1/2} /м ² ·К	94 - 250
15	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)	22,2·10 ⁻³ - 7,9·10 ⁻³
16	Коефіцієнт температуропровідності, α , м ² /с	0,02·10 ⁻⁶ - 0,29·10 ⁻⁶
17	Тепловий опір, R , К·м ² / Вт	4,8·10 ⁻³ - 30,5·10 ⁻³

У дослідженні [70] були вивчені властивості вихідних текстильних матеріалів за визначеними показниками, що дозволило створити базу даних їх фізичних властивостей (табл. 1.4). У роботах [71-72] представлені результати експериментальних досліджень ізотермічної фільтрації повітря

малої вологості через однорідні та неоднорідні пакети бар'єрного одягу при заданих значеннях загального перепаду тиску ΔP і кількості шарів n . З цих результатів можна зробити висновок про великий обсяг експериментальних досліджень у цій галузі (В.І. Власенко, Супрун Н.П., R.M. Sousa Fangueiro, Rita M Crow), який, на жаль, не досяг необхідного рівня математичного моделювання, здатного забезпечити можливість проектування матеріалів на основі експлуатаційних вимог і прогнозування характеристик композицій з різних матеріалів.

Математичні моделі накопичення вологи в матеріалі наведені в роботах українських та закордонних авторів. Для описання кінетики процесу водовбирання текстильних матеріалів (ТМ) при їх горизонтальному розташуванні відносно джерела надходження рідини використовують неоднорідні лінійні диференціальні рівняння [73 - 75]. Так в роботі [73] авторами встановлено, що цей процес може бути описаний рівнянням типу:

$$\frac{du}{dt} = u_0 - ku, \quad (1.8)$$

де u – усереднена по всій товщині ТМ концентрація поглинутої пробою рідини;

$\frac{du}{dt}$ – швидкість наростання концентрації u . Вона залежить від товщини, але не залежить від розміру поверхні проби, за умови, що одна її сторона рівномірно по всій поверхні торкається рідини;

u_0 – швидкість надходження рідини в одиницю об'єму проби;

k – константа швидкості гальмування процесу водовбирання пробою текстильного матеріалу;

ku – швидкість гальмування надходження рідини в силу того, що пробою текстильного матеріалу вже частково поглинута рідина.

Співставлення експериментальних даних по кінетиці водовбирання текстильного матеріалу з розрахунковими даними, одержаними за рівнянням,

вказало на не співпадіння теоретичних і експериментальних кривих, і відповідно, не можливість використання його для описання цього процесу.

В роботах [77 - 78] розвита динамічна модель ізотермічної фільтрації повітря малої відносної вологості через матрицю трьох пористих плоскопаралельних шарів.

Виконаний у рамках даного підходу аналіз призводить до важливого висновку про можливу невідповідність часто застосовуваної моделі ламінарної фільтрації, яка базується на лінійному законі Дарсі:

$$I_V = -K \frac{\Delta P A}{l \nu \rho} = -\frac{K}{\eta} \cdot \frac{\Delta P A}{l}, \quad (1.9)$$

де: I_V [м³/с] – дійсна об'ємна витрата; A [м²] – площа шарів; m – пористість; K [м²] – проникність пористого середовища; ν [м²/с] – кінематична в'язкість флюїду; $\eta = \nu \rho$ [кг/мс] – динамічна в'язкість флюїду; $\Delta P = (P_2 - P_1)$, [Н/м²] перепад тиску при фільтрації, який виникає за рахунок того, що в підодяговому просторі в результаті випарування поту з поверхні тіла утворюється волога, і додається парціальний тиск цієї вологи до атмосферного в реальному механізмі переносу навіть при порівняно великих градієнтах тиску фільтрації ($\Delta P/l$) і відповідних швидкостях фільтрації u_ϕ :

$$u_{\hat{O}} = I_V / A = m \cdot u, \quad (1.10)$$

де u_ϕ і u [м/с], відповідно, ефективна і реальна ($u > u_\phi$) середня швидкість протікання флюїду в порах. Виключення із виразів площі A призводить до локальної форми закону:

$$u_{\hat{O}} = m u = -\frac{K}{\nu \rho} \left(\frac{\Delta P}{l} \right),$$

віднесеної до одиниці площі пакета. У роботі [79] показано, що жодна з характеристик, які входять у вираз для ефективної провідності λ пакета з n шарів однакової товщини l_0 :

$$u_{\delta} = \frac{K}{\eta l_0} \cdot \frac{\Delta P}{n} = \lambda \frac{\Delta P}{n},$$

не може вважатися, строго кажучи, постійною при збільшенні дійсного перепаду тиску ($\Delta P/n$), що припадає на ефективну товщину l_0 кожного із шарів. Для даних випадків пропонується застосовувати квазілінійне узагальнення локальної форми закону Дарсі:

$$u = \frac{K(\Delta P/n)}{\eta l_0} \cdot \frac{\Delta P}{n} = \lambda \left(\frac{\Delta P}{n} \right) \cdot \frac{\Delta P}{n}, \quad (1.11)$$

Тут припускається залежність проникності K не тільки від структурних особливостей досліджуваних текстильних матеріалів, але і від умов досліду (тобто від комбінації факторів $\Delta P/n$), у яких повітропроникність вимірюється. Одержання явного виду залежності $\lambda(\Delta P/n)$ на основі експериментальних даних по однорідним і різнорідним пакетам бар'єрного одягу розглядається в [80 - 82].

Можна зробити висновок, що спроби математичного моделювання проходження вологи крізь матеріал робили Ковтун С.І., Супрун Н.П., Yan Zhang, Huaping Wang. Аналіз розроблених моделей свідчить про їх спрощеність і не завжди явну обґрунтованість. Одержані моделі описують насичення вологою текстильним матеріалом, як суцільним об'єктом, що унеможлиблює дослідження процесу проникнення вологи від одного шару до іншого.

Сьогодні на світовому ринку доступні наступні функціональні текстильні матеріали: бар'єрні (проти мікроорганізмів, хімікалій, рідини, радіації та ін.) [83 - 84]; антистатичні або електропровідні; антимікробні або бактеріостатичні; водовідштовхувальні; високосорбційні і висококапілярні (виготовлені з ультратонких волокон) [85]; дихаючі мембрани [86]; металеві та металізовані; тривимірні (3D) трикотажні полотна; ламіновані зі специфічними обробками [87-88].

Тим не менше, споживачі прагнуть більшого: створення багатофункціональних текстильних матеріалів, які одночасно задовольняють безліч вимог, що часто суперечать одна іншій.

Цей попит слугує стимулом для виробників текстилю. І як показує аналіз наукової та патентної літератури, останнім часом у всьому світі різко зріс інтерес до створення багатофункціонального текстилю.

Найпростіші способи отримання багатофункціонального текстилю (змішання волокон, модифікація ниток, модифікація будови і поверхні текстильних полотен) не можуть дати бажаних результатів. Більш широкі можливості при виробництві товарів з високими споживчими властивостями лежать в переході до складних шаруватих композиційних текстильних структур. Такі структури містять у необхідному заданому порядку різні функціональні шари. Ці розробки в останні п'ять років у всьому світі є пріоритетними і безпосередньо пов'язані із створенням так званого розумного текстилю.

Ключ для переходу від емпіричної побудови моделі функціонування багатошарового текстильного композиту полягає в розробці програм, які базуються на принципі багаторівневого моделювання. Подання композиту у вигляді багаторівневої ієрархічної системи дозволяє виявити зв'язки між сусідніми шарами [89 - 90]. Можна моделювати кожен рівень окремо, проте важливо прагнути до оцінювання приграничних між шарами матеріалу явищ.

Розробкою багатошарових текстильних композиційних матеріалів займалися ряд дослідників, такі як Н.П.Березненко, В.І.Власенко, J.Randall [91 - 94]. Такі структури містять у необхідному, заданому порядку різні функціональні шари. Спроби дослідників теоретично обґрунтувати їх створення слід признати спрощеними, такими що не враховують реальні нелінійні процеси накопичення вологи в матеріалі.

РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ НАГРІВАЮЧОГО МІКРОКЛІМАТУ В ГАРЯЧИХ ЦЕХАХ І ПРОФІЛАКТИКА ЙОГО НЕСПРИЯТЛИВОЇ ДІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Гарячі цехи - це виробничі приміщення, технологічні процеси яких супроводжуються значним виділенням тепла та іншими виробничими шкідливостями. До гарячих цехів відносять доменні, мартенівські, конвертерні, електросталеплавильні, агломераційні та прокатні цехи металургійної промисловості, ливарні й ковальсько-пресові - у машинобудівній, випалювальні - в кольоровій металургії, скловарінні у керамічному виробництві, пекарні - в харчовій промисловості, теплові електростанції і багато інших. При підземних гірничих роботах в деяких копальнях, в сушильнях, пральнях, лазнях, у ряді цехів цукрово-рафінадного виробництва, при мокрих ватерах в текстильному виробництві і т. п.

Температури повітря робочого приміщення в гарячих цехах різні, від незначно перевищуючих норму, до дуже високих (так, при вибірці з горнів у фарфоро-фаянсовому виробництві відмічено до $+175^{\circ}\text{C}$). В залежності від температури коливається і час безперервного перебування в цьому приміщенні, від 10 - 15 хв. до цілого робочого дня. У великій кількості випадків цей час перевищує допустимі гігієнічні вимоги, про що повідомляють ряд дослідників умов праці в гарячих цехах [95 - 100].

2.1. Особливості нагрівачого мікроклімату та його вплив на організм людини.

Умови нагрівачого мікроклімату створюються в так званих гарячих цехах, в яких спостерігаються значні тепловиділення, більше 23 Вт/м^3 , а також у літній період при роботах на відкритій території. Джерелами тепловиділень в гарячих цехах є різні печі, сурми, котли; продукти виробництва (розплавлений метал, скломаса, металопрокатні і інші вироби); парогазопроводи та інші теплові комунікації. Тепло може

надходити в приміщення також за рахунок інсоляції через скляні прорізи огорож.

Залежно від характеру теплонадходжень та перевищення того чи іншого компонента мікроклімату схематично виділяють цехи з переважно конвекційним або з переважно радіаційним мікрокліматом. Мікроклімат більшості гарячих цехів багатьох галузей промисловості характеризується переважанням променистого тепла, яке є основним кліматоутворюючим фактором. Інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання може досягати 2100 - 4900 Вт/м² (в ковальсько-пресових, ливарних цехах), 3500 - 7000 Вт/м² (виробничі цехи скляних заводів), 7000 - 14000 Вт/м² (мартенівські, електросталеплавильні, доменні цехи металургійних заводів) [10 - 103]. Висока інтенсивність випромінювання призводить до нагрівання огорож, устаткування, перетворюючи їх у вторинні джерела випромінювання, а також нагріває повітря, температура якого в цих цехах підвищується у теплий період року до 35 - 40°C і більше [101, 103].

Спектр випромінювання включає як довгохвильові, так і короткохвильові інфрачервоні промені. Впровадження високотемпературних процесів у металургії, машинобудуванні, зварювальному виробництві веде до збільшення в спектрі короткохвильових променів і появи ультрафіолетового випромінювання [102].

Нагріваючий мікроклімат конвекційного типу (продуктові цехи цукрових заводів, термічні цехи, машинні зали електростанцій, цехи паперового виробництва тощо) характеризується високими температурами повітря, що перевищують у теплий період на 7 - 10°C температуру зовнішнього повітря; наявністю величезних нагрітих поверхонь обладнання з температурою 45 - 55°C; незначною циркуляцією повітря. Мікроклімат у цих цехах носить застійний нагріваючий характер як в теплий, так і в холодний період року. У деяких виробництвах підвищена температура поєднується з високою вологістю повітря, що посилює

негативний вплив на організм людини. Такі умови характерні для фарбувальних відділень текстильних фабрик, глибоких шахт, теплиць, агломераційних фабрик і т. п.

У робітників гарячих цехів під впливом теплового та фізичного навантаження збільшується частота серцевих скорочень і частота дихання. Частота пульсу досягає 90 - 100, а іноді 120 - 140 ударів в хвилину, а частота дихання 20 - 26 вдихів за хвилину. Одночасно знижується систолічний і діастолічний тиск на 10 - 15 мм рт.ст. Зазначені зміни є результатом зниження судинного тону, що виникає у відповідь на теплове навантаження.

Незважаючи на значне збільшення тепловіддачі за рахунок потовипарення з поверхні шкіри, у робітників гарячих цехів часто реєструється підвищення температури тіла до 37,5 - 37,8°C і більше, що свідчить про порушення теплового балансу організму. Зазначені реакції організму робітників гарячих цехів у відповідь на теплове навантаження зазвичай швидко нормалізуються. Однак тривала й систематична робота в умовах нагріваючого мікроклімату, особливо в тих випадках, коли рівні температури і теплового випромінювання перевищують допустимі, може призвести до порушень у стані здоров'я, погіршення самопочуття, зниження працездатності. Так, за даними Донецького НДІ гігієни праці і профзахворювань, у шахтарів глибоких шахт на 41% збільшується час, необхідний для виконання основних трудових операцій (у порівнянні із умовами при t 20 °C). Підвищення температури повітря у вибої до 28 - 29°C знижує продуктивність праці на 28% (у порівнянні з роботою в нормальних мікрокліматичних умовах). Одночасно значно збільшується фізіологічне напруження організму, змінюються показники стомлюваності, що вказує на зростання фізіологічної вартості роботи.

Серед працюючих в умовах нагріваючого мікроклімату частіше поширені деякі форми патології, розвиток яких може бути обумовлено впливом тепла. У робітників гарячих цехів відзначаються дистрофічні

зміни міокарда частіше в 2 - 2,5 рази, гіпертензія в 1,5 - 1,7 рази, артеріальна гіпотонія в 7 - 8 разів вище, ніж в групах працюють в умовах допустимого мікроклімату [105]. Питома вага хвороб системи кровообігу серед причин інвалідності робочих металургів становить 23,6% [104 - 106].

При обстеженні робітників гарячих цехів захворювання шлунково-кишкового тракту виявляються в 2 - 2,5 рази частіше, ніж в інших професійних групах. У робітників гарячих цехів також значно вищий рівень захворюваності органів травлення [110; 111].

Результати вивчення імунологічної реактивності як показника загальної реактивності організму свідчать про зниження захисних сил, резервних можливостей організму. Це є причиною високого рівня захворюваності робітників гарячих цехів в першу чергу простудні захворювання (гострі респіраторні захворювання, ангіни, бронхіти, міозити, невралгії), в етіології яких певну роль відіграють несприятливі мікрокліматичні умови, характерні для гарячих цехів.

Заходи профілактики несприятливого впливу нагрівачого мікроклімату можуть бути згруповані наступним чином [112, 113]:

1. Радикальні заходи, спрямовані на недопущення тепловиділень в робочу зону або що забезпечують можливість роботи поза зоною нагрівачого мікроклімату.

2. Заходи, спрямовані на зниження температури повітря та інтенсивності інфрачервоного випромінювання в робочій зоні.

3. Заходи, спрямовані на нормалізацію теплового стану працюючих в умовах нагрівачого мікроклімату, відновлення фізіологічних показників організму до вихідного рівня.

Захисна роль спецодягу в нагрівачому мікрокліматі фактично зводиться до зменшення зовнішнього теплового навантаження, яке може істотно перевищувати внутрішнє, обумовлене метаболізмом, особливо при впливі на людину інтенсивного теплового випромінювання.

Спецодяг виготовляється із матеріалів з низькою теплопровідністю і які максимально відбивають теплові промені, наприклад з металізованим покриттям. Значення має колір матеріалу і його структура, наприклад, наявність наскрізних пор. Затримка потоку променистої енергії, у тому числі її ультрафіолетової частини, значно вище у фарбованих матеріалів, ніж у матеріалів білого кольору. Зазначалося, що випаровування вологи з поверхні тіла в умовах нагріваючого зовнішнього середовища може бути єдиним способом підтримання теплового балансу.

Бажано, щоб повітропроникність матеріалів була не менше 330 - 370 $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, а гігрокскапічність – не менше 7% (при вологості повітря 65%). Збереження високої повітропроникності особливо важливо для зволоженого матеріалу. Повітронепроникні матеріали, знижуючи втрати тепла випаровуванням, значно збільшують теплове навантаження на організм людини, що виражається в підвищенні підодежної температури тіла і шкіри.

Надання матеріалам спеціальних захисних функцій (захист від пилу, нафтопродуктів, отрутохімікатів тощо) знижує, як правило, їх повітро і паровідвід. Зниження цих показників повинно компенсуватися поліпшенням конструкції одягу з метою збільшення вентиляції під одяжного простору і регламентуванням часу безперервного користування нею. Критеріями у цьому випадку є показники допустимого теплового і функціонального стану організму.

Спеціальний одяг для захисту від променевого тепла повинен відповідати додатковим вимогам. Для цього використовуються матеріали з високими відбиваючими властивостями, такі як металізований азбест і льон. Однак при високій інтенсивності тепловипромінювання (близько 6900 $\text{Вт}/\text{м}^2$) металізовані матеріали швидко нагріваються, тому їх застосовують тільки в пакеті з певним термічним опором. Товщина цього пакету має бути не менше 3 мм (наприклад, вовняні тканини з накладками з металізованих матеріалів).

При меншій інтенсивності тепловипромінювання (до 2080 Вт/м²) достатній захист забезпечують бавовняні костюми з накладками з вовняної тканини, наприклад, шинельного сукна. Оскільки металізовані матеріали є волого- і повітронепроникними, при виготовленні спецодягу слід враховувати топографію і площу опромінюваної ділянки тіла. Якщо на всю поверхню тіла діє променисте тепло, потрібен костюм, виготовлений повністю з металізованих матеріалів. У такому випадку лімітується час його використання, який залежить від інтенсивності теплового потоку, температури повітря і енерговитрат.

Для поліпшення теплового стану організму розробляються пристрої з повітряним або кондуктивним охолодженням, що збільшують тепловіддачу. Такі пристрої використовуються в комплекті зі спецодягом і можуть нормалізувати тепловий стан людини при роботі в жарких умовах, таких як глибокі шахти або гарячі цехи, однак вони мають деякі недоліки, що обмежують їх широке застосування.

2.2 Теплообмін організму людини з зовнішнім середовищем і його фізіологічні особливості

2.2.1. Види теплових станів людини.

Особливістю організму людини, як і всіх теплокровних, є підтримка, незалежно від умов середовища, сталої температури внутрішніх органів тіла і збереження середньої поверхневої температури. Це зумовлено діяльністю центральної нервової системи і носить назву терморегуляції. Завдяки їй досягається стала температура тіла.

Організм людини являє собою саморегульовану систему, в якій у нормальних умовах кількість утвореного тепла дорівнює кількості тепла, відданого в зовнішнє навколишнє середовище. Іншими словами, терморегуляцією називається сукупність фізіологічних процесів,

обумовлених діяльністю центральної нервової системи і спрямованих на збереження температури тіла на постійному рівні.

При збільшенні виділення тепла в організмі або при перегріванні тіла внаслідок надходження тепла ззовні механізм терморегуляції сприяє збільшенню тепловіддачі. При охолодженні організму (обумовленого, зокрема, невідповідністю теплозахисних функцій одягу метеорологічним умовам) механізм терморегуляції викликає зменшення тепловіддачі і збільшення виділення тепла в організмі. Терморегуляцію забезпечує збільшення теплоутворення в організмі у відповідь на його охолодження, прийнято називати хімічною, а терморегуляцію, спрямовану на зменшення або збільшення тепловіддачі в навколишнє середовище – фізичною.

Хімічна терморегуляція під дією охолоджуючого фактора здійснюється переважно шляхом підвищення м'язового тону і тремтіння, які призводять до додаткового утворення тепла в організмі.

Фізична терморегуляція здійснюється шляхом розширення і звуження кровоносних судин у шкірі. У першому випадку відбувається збільшення тепловіддачі за рахунок підвищення теплопровідності тканин організму, температури шкіри і градієнта температур, випаровування вологи, у другому зниження тепловіддачі за рахунок зменшення теплопровідності тканин і градієнта температур. Найбільшою мірою фізична терморегуляція виражена в області кистей і стоп, меншою – в області голови. Терморегуляція цих ділянок зменшується відповідно на 40% і 7%.

За фізіолого-гігієнічним даними, величина енерговитрат при розумовій роботі становить 105-128 Вт. При роботі в промисловості і на транспорті 174-436 Вт, на сільськогосподарських роботах 225-407 Вт, під час пересування на транспортних засобах стоячи 99-134 Вт, при ходьбі з малими і середніми швидкостями відповідно 163-233 і 233-349 Вт, під час сну і відпочинку (лежачи) 76-90 Вт, під час неспання 99-134 Вт [115].

Тепловіддача людини. Процеси життєдіяльності людини супроводжуються як безперервним теплоутворенням, так і віддачею тепла в

навколишнє середовище. Тепловіддача відбувається переважно через шкіру (83%) і частково через слизові оболонки. Регулюється вона шляхом зміни циркуляції крові і за рахунок підвищення або ослаблення потовиділення. Звуження судин сприяє збереженню тепла, що виробляється (до 70%), а розширення створює умови для його втрати (майже на 90%).

Процес віддачі тепла організмом людини здійснюється, в основному теплопровідністю, конвекцією, випромінюванням, диханням, випаровуванням. Віддача тепла організмом у стані спокою (при температурі середовища 20 градусів) розподіляється наступним чином (%) [116]:

конвекція - 31,0;

випромінювання - 43,74;

випаровування 21,71;

нагрівання їжі 1,55;

нагрівання повітря в легенях 1,30;

втрата тепла з виділеннями 0,70.

Як видно з приведених даних, випромінювання займає перше місце серед інших видів тепловіддачі. Тому при проектуванні теплозахисного одягу і виборі матеріалів для нього необхідно прагнути до того, щоб він, по можливості, був непроникний для випромінювання. З цієї точки зору інтерес представляють матеріали, поверхня яких металізована.

Зазначений розподіл тепловіддачі значно змінюється при виконанні різних видів фізичної роботи, що також треба враховувати при створенні одягу.

2.2.5. Залежність параметрів мікроклімату від властивостей матеріалів, конструкції одягу, умов експлуатації.

З огляду на те, що обсяг виробництва матеріалів для одягу значно зростає через широке використання хімічних волокон, останнім часом виникла специфічна проблема, пов'язана з визначенням впливу складу волокон на мікроклімат під одягом і самопочуття людини.

Матеріали з синтетичних волокон мають ряд переваг, таких як висока фізична довговічність, стабільність розмірів, легкість у догляді та естетичні властивості. Однак вони також мають суттєві недоліки, зокрема недостатню або надмірну теплоізоляцію, неприємні відчуття від електричних розрядів, подразнення шкіри, неприємний запах та схильність до швидкого забруднення.

Важливим завданням є оптимізація гігієнічних властивостей матеріалів з хімічних волокон та визначення оптимальних умов їх експлуатації, що дозволяють уникнути надмірного навантаження на терморегуляційний механізм організму.

При нормальному функціонуванні шкіри в умовах низької вологості навколишнього повітря, вплив матеріалів одягу на організм людини залежить не стільки від їх здатності поглинати вологу, скільки від пористості та повітропроникності. Деякі закордонні дослідники вважають, що одяг з хімічних волокон може бути рівноцінним натуральному, якщо забезпечено достатній рівень повітропроникності.

У комфортних умовах навколишнього середовища, коли фізичне навантаження не викликає інтенсивного потовиділення, одяг з гідрофобних матеріалів може підтримувати задовільний тепловий стан. Для того, щоб цей одяг мав подібні до натуральних волокон характеристики, тканини з гідрофобних волокон повинні бути більш повітропроникними, ніж ті, що виготовлені з натуральних матеріалів.

В умовах сухого та спекотного клімату носіння одягу з синтетичних матеріалів, а також матеріалів, що містять суміш синтетичних волокон з натуральними або штучними, через їх високу теплопровідність і низьку гігроскопічність, може призвести до значних змін у тепловому балансі організму людини. Для літнього одягу оптимальна повітропроникність, збільшення якої не має суттєвого впливу на тепловий стан людини при відносно спокійному повітрі, становить $190 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$. Коли швидкість вітру зростає, важливість повітропроникності матеріалів збільшується, а вплив складу волокон на мікроклімат під одягом зменшується.

Оскільки одяг зазвичай складається з матеріалів, що містять як гідрофобні, так і гідрофільні волокна, можливо досягти такого поєднання та розташування матеріалів, коли гідрофобні волокна не негативно впливатимуть на мікроклімат під одягом і самопочуття людини. За результатами фізіолого-гігієнічної оцінки одягу з поліефірних текстурованих матеріалів у комплекті з бавовняною білизною було встановлено, що тканини з повітропроникністю, що перевищує $30 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$, при температурі повітря $28-32^\circ\text{C}$ та швидкості вітру $1,8 \text{ м/с}$, мають такий самий вплив на самопочуття людини, як і бавовняні тканини.

Порівняльна оцінка одягу з бавовняних та бавовнолавсанових костюмно-платтяних тканин з різними показниками повітропроникності показала, що тканини, що містять 67% поліефірного та 33% бавовняного волокна, підходять для виготовлення побутового одягу, який використовується при температурі не вище 25°C і відносній вологості повітря 30-40%.

Носіння одягу з тканин, що містять 67% поліефірного та 33% бавовняного волокна, призводить до підвищення температури шкіри, температури і вологості повітря під одягом, зростання вологовитрат і подальшого накопичення тепла порівняно з одягом з бавовняних тканин.

Змінивши компонентний склад тканин у поєднанні з оптимізацією їх будови можна управляти практично всіма фізичними властивостями, що впливають на мікроклімат під одягом і самопочуття людини.

Теплоізоляційні властивості одягу значною мірою залежать від товщини його конструкції, яка включає як матеріали, так і повітряні прошарки. З огляду на це, збільшення товщини повітряних прошарків може підвищити термічний опір одягу. Однак ефективність таких прошарків залежить від типу одягу.

Окрім властивостей матеріалів, важливим фактором для вентиляції під одягом є конструкція самого одягу. Всі дослідники зазначають переваги одягу вільного крою, який забезпечує хорошу вентиляцію під одягом, що сприяє кращому видаленню поту. Одяг вільного крою знижує температуру і вологість повітряних прошарків та зменшує температуру шкіри (див. таблицю 2.4).

Таблиця 2.4 - Вплив виду одягу на показники теплового стану людини ($t_b=32\text{ }^{\circ}\text{C}$; $U=1,8\text{ м/с}$; $W=60\%$, ходьба) [119].

Показник теплового стану людини	Поліетилен			Бавовна		
	комбінезон	куртка і штани	халат	комбінезон	куртка і штани	халат
Середньозважена температура шкіри, $^{\circ}\text{C}$	37,0	35,8	35,7	35,9	35,9	35,4
Вологовитрати, г/год.	377	320	300	330	290	270
Ефективність вологовитрат, % виділень)	39	47	80	71	76	85

РОЗДІЛ 3 НАПІВЕМПІРИЧНА МОДЕЛЬ ПРОХОДЖЕННЯ ВОЛОГИ КРІЗЬ БАГАТОШАРОВІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

У другому розділі дисертації розглянуто особливості нагріваючого мікроклімату та його вплив на організм людини а також вивчено шляхи теплообміну людського організму з зовнішнім середовищем і його фізіологічні особливості. Одним із рішень для забезпечення комфортної роботи робітника в умовах нагріваючого мікроклімату являється розробка текстильних матеріалів з високою волого проникливістю та волого передачею, проектування раціональної конструкції, яка б забезпечувала відведення тепла від тіла та застосування багатошарових пакетів з тканин, що вбирають в себе певний обсяг вологи і утримують її між шарами певну кількість часу.

Тому в роботі пропонується для виготовлення спеціального одягу застосовувати подвійні комплекти. Причому, верхній комплект спеціального одягу повинен захищати людину від теплових, ультрафіолетових, хімічних, радіаційних та інших небезпечних чинників, а внутрішній комплект повинен забезпечувати комфортний мікроклімат в міжodeжному просторі (просторі між тілом людини та зовнішнім комплектом).

В рамках даної наукової роботи будемо розглядати тільки внутрішній комплект спеціального одягу, так як це доведено актуальністю та поставленими завданнями. Для цього пропонується застосовувати багатошарові текстильні матеріали, які будуть накопичувати та зберігати вологу, що виділяється з тіла завдяки інтенсивному потовиділенню в умовах роботи в гарячих цехах, і забезпечать певний час комфортної роботи працівника з забезпеченням безпечного для здоров'я мікроклімату і гігієни праці.

Відзначимо, що з точки зору захисних властивостей текстильного матеріалу визначальним є у більшості випадків не загальна величина накопиченої вологи, а концентрація вологи на краю шару матеріалу, який торкається до тіла, при умові, що він спочатку був сухий. Ці тлумачення

означають, що процес водопоглинання є мікропроцесом, який відбувається всередині матеріалу, причому у ряді випадків важливо знати концентрацію вологи не взагалі, а в певних шарах матеріалу. Побудувати експеримент для визначення концентрації вологи всередині матеріалу дуже важко, а у ряді випадків взагалі неможливо, тому метою даного теоретичного розділу являється виведення математичної моделі визначення кількості (концентрації) вологи в одному, двох, трьох та більше шарів матеріалу, в залежності від їх характеристик. Це дасть можливість визначити скільки часу людина може працювати в умовах гарячого мікроклімату в комфортних умовах. Другими словами, скільки часу її одяг буде вбирати вологу, тобто буде сухим.

3.1. Динамічна модель накопичення вологи в матеріалі по його товщині.

Фізичний процес накопичення вологи в текстильному матеріалі – це процес дифузії, що визначає процес проходження вологи від мокрого шару матеріалу до сухого. При цьому волога передається поступово. Процес водопоглинання, таким чином, складний процес, що визначається проходженням вологи по товщині матеріалу на протязі певного проміжку часу.

Розрахункову модель проходження вологи через матеріал спецодягу можна уявити як шар матеріалу товщиною h (рис. 3.1). Волога впливає на матеріал з внутрішньої зони (зліва на малюнку), при цьому початкову концентрацію вологи в шарі матеріалу вважаємо нульовою.

Задача полягає в визначенні зміни концентрації вологи в шарі матеріалу спецодягу. Для забезпечення захисту робітника потрібно отримати дані про концентрацію вологи на зовнішній поверхні матеріалу (праворуч на малюнку). Для цього необхідно визначити концентрацію вологи в усіх точках матеріалу.

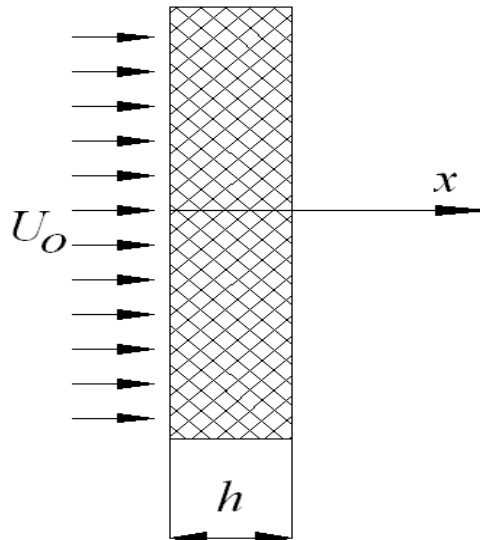


Рис.3.1 - Розрахункова схема проходження вологи крізь матеріал спецодягу

Фізичний процес збільшення концентрації вологи в матеріалі полягає у проникненні вологи в текстильний матеріал, що традиційно описується процесом дифузії вологи в матеріалі. Швидкість підвищення концентрації вологи в матеріалі пов'язана з коефіцієнтом дифузії.

Як відомо, коефіцієнт дифузії в загальному випадку залежить від накопиченої концентрації. Згідно з низкою джерел [120], рівняння руху рідини через шар матеріалу у такому випадку має вигляд:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ D(U, x) \frac{\partial U}{\partial x} \right\} \quad (3.1)$$

а коефіцієнт дифузії може бути представлений як:

$$D(U) = D_0 (1 + \sigma U) \quad (3.2)$$

де U – концентрація вологи в певній точці шару матеріалу;

x – координата певної точки в певний момент часу t ;

D – коефіцієнт дифузії;

D_0 – початковий коефіцієнт дифузії;

σ – коефіцієнт нелінійності.

У такому випадку рівняння (3.1) переписується у вигляді:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial D}{\partial x} \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + D \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \quad (3.3)$$

Враховуючи рівняння (3.3), можна визначити похідну:

$$\frac{\partial D}{\partial x} = D_0 \sigma \frac{\partial U}{\partial x} \quad (3.4)$$

Тоді рівняння (3.3) може бути записане у вигляді:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = D_0 \sigma \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + D_0 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + D_0 \sigma U \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \quad (3.5)$$

Далі необхідно перейти до безрозмірних координат, тому:

- безрозмірна концентрація $u = \frac{U}{U_0}$, де U_0 визначається рідиною, що поступає від тіла людини до матеріалу (концентрація рідини в нульовий момент процесу вбирання);

- безрозмірна координата $z = \frac{x}{h}$, де h – товщина матеріалу;

- безрозмірний час $\tau = \frac{t}{t_{\max}}$, де $t_{\max}$ – час максимального насичення

матеріалу.

Тоді функції і похідні можуть бути записані, як:

$$U = u \cdot U_0; \quad \frac{\partial U}{\partial t} = t_{\max} U_0 \frac{\partial u}{\partial \tau};$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{U_0}{h} \cdot \frac{\partial u}{\partial z}; \quad \frac{\partial U}{\partial t} = t_{\max} U_0 \frac{\partial u}{\partial \tau}.$$

З врахуванням вище означеного, рівняння (3.5) може бути переписане у вигляді:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{D_0 \sigma U_0}{t_{\max} h^2} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{D_0}{t_{\max} h^2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{D_0 \sigma U_0}{t_{\max} h^2} u \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (3.6)$$

Для спрощення виразів введемо додаткові значення:

$$K_1 = \frac{D_0}{t_{\max} h^2}; \quad K_2 = \frac{D_0 \sigma U_0}{t_{\max} h^2} \quad (3.7)$$

Підставивши додаткові значення в формули (3.6) одержимо рівняння:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = K_1 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + K_2 u \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + K_2 \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \quad (3.8)$$

$$u = \sum_{i=1}^{\infty} V_i \cdot W_i, \quad (3.9)$$

де V_i – функція концентрації, що залежить тільки від часу;

W_i – функція концентрації, що залежить тільки від координати:

$$W_i = C_i \left(1 - \sin \frac{\pi z (2i-1)}{2} \right).$$

Рішення рівняння (3.8) будемо шукати у вигляді нескінченного ряду, при цьому виконавши дії по знаходженню похідних функції, отримаємо нелінеаризоване рівняння:

$$\frac{dV}{dt} \sin \frac{\pi z(2i-1)}{2} = -K_1 \cdot V \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \sin \frac{\pi z(2i-1)}{2} -$$

$$K_2 \cdot V^2 \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{2} \right)^2 + K_2 \cdot V^2 \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \left(\cos \frac{\pi z(2i-1)}{2} \right)^2$$

При цьому одержуємо систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{dV_i}{dt} \int_0^1 \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{4} \right)^2 dz = -K_1 \cdot V_i \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \int_0^1 \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{4} \right)^2 dz -$$

$$K_2 \cdot V_i^2 \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \int_0^1 \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{4} \right)^3 dz +$$

$$K_2 \cdot V_i^2 \cdot \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \int_0^1 \sin \frac{\pi z(2i-1)}{2} \cdot \left(\cos \frac{\pi z(2i-1)}{2} \right)^2 dz$$

$$\frac{dV_i}{dt} = -K_1 \cdot A_i \cdot V_i - K_2 \cdot B_i \cdot V_i^2,$$

$$\text{де } A_i = \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4};$$

$$B_i = \frac{\pi^2(2i-1)^2}{4} \cdot \frac{\left(\int_0^1 \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{4} \right)^3 dz + \int_0^1 \sin \frac{\pi z(2i-1)}{2} \cdot \left(\cos \frac{\pi z(2i-1)}{2} \right)^2 dz \right)}{\int_0^1 \left(\sin \frac{\pi z(2i-1)}{4} \right)^2 dz}$$

$$\frac{dV_i}{V_i + B \cdot V_i^2} = -(2i-1)^2 \cdot A \cdot dt \quad (3.10)$$

$$-(2i-1)^2 \cdot A \cdot t + C.$$

$$\int_0^t \frac{dV}{V + BV^2}$$

Для інтегрування розкладаємо дріб:

$$\frac{1}{V + B \cdot V^2} = \frac{1}{V \cdot (1 + B \cdot V)} = \frac{1}{V} - \frac{B}{1 + B \cdot V}$$

$$\ln \frac{V}{(1 + B \cdot V)^B} = -(2i-1)^2 \cdot A \cdot t + C,$$

що може бути представлено у вигляді:

$$\frac{V}{(1 + B \cdot V)^B} = C \cdot e^{-(2i-1)^2 \cdot A \cdot t}.$$

$$A = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{D_0}{h^2}, \quad A = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{D_0 \cdot \sigma \cdot U_0}{h^2}.$$

Для спрощення означень далі будемо користуватись цими коефіцієнтами.

$$V_i^{(j+1)} = \left(1 + B \cdot V_i^{(j)}\right) \cdot C \cdot e^{-(2i-1)^2 \cdot A \cdot t}.$$

$V_i^{(0)} = V_i^{(j+1)}$, j – номер рекурентного кроку.

Після ряду обчислювальних експериментів (в програмі MathCAD) знайдено, що досить близькою до шуканої буде функція:

$$V_i = C \cdot e^{-A(2i-1)t^B},$$

а загальний розв'язок по координаті має вигляд:

$$u(z, t) = 1 - \sum_{i=1}^{\infty} \frac{4 \cdot e^{-A(2i-1)t^B} \cdot \sin\left[\frac{(2i-1)\pi z}{2}\right]}{\pi(2i-1)} \quad (3.11)$$

Результати представлені на рис.3.2.

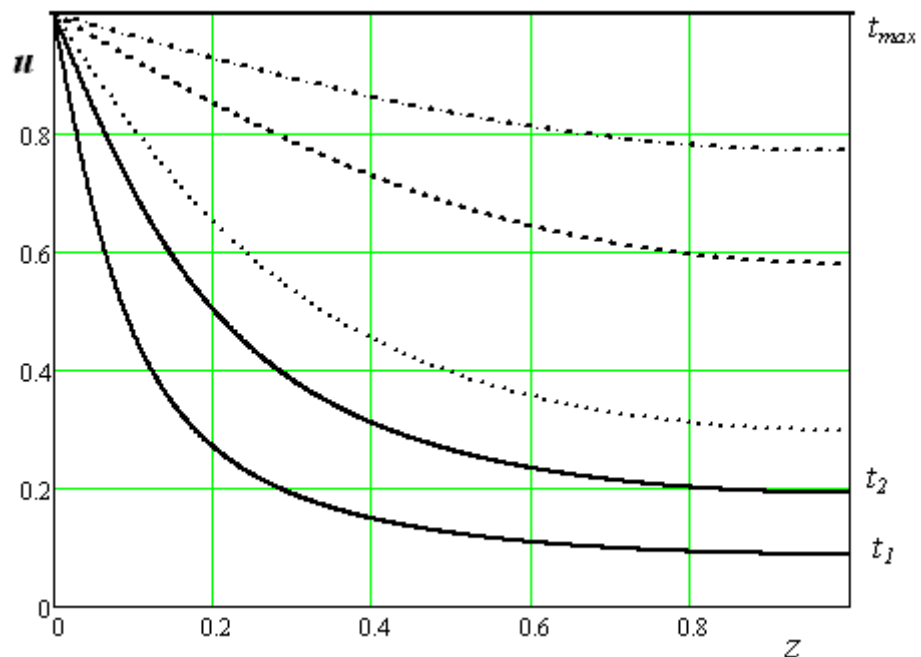


Рис.3.2 - Зміна концентрації води по товщині шару матеріалу z для різних моментів часу t ($t_1 < t_2 < \dots < t_6 < \dots \leq t_{max}$).

Швидкість зміни концентрації по товщині як функцію часу можна знайти, продиференціювавши вираз (3.11) для концентрації:

$$\frac{du}{dt} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{4}{\pi} A \cdot B \cdot e^{B-1} \cdot e^{-A \cdot (2i-1) \cdot t^B} \cdot \sin\left[\frac{(2i-1) \cdot \pi z}{2}\right] \quad (3.12)$$

Залежність концентрації і швидкості від часу в середньому по товщині:

$$U(t) = \int_0^1 U(z, t) dz = 1 - \sum_{i=1}^{\infty} \frac{8e^{-A(2i-1)t^B}}{\pi^2 \cdot (2i-1)^2}, \quad (3.13)$$

$$v(t) = \frac{dU}{dt} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{8ABt^{B-1}e^{-A(2i-1)t^B}}{\pi^2 \cdot (2i-1)}. \quad (3.14)$$

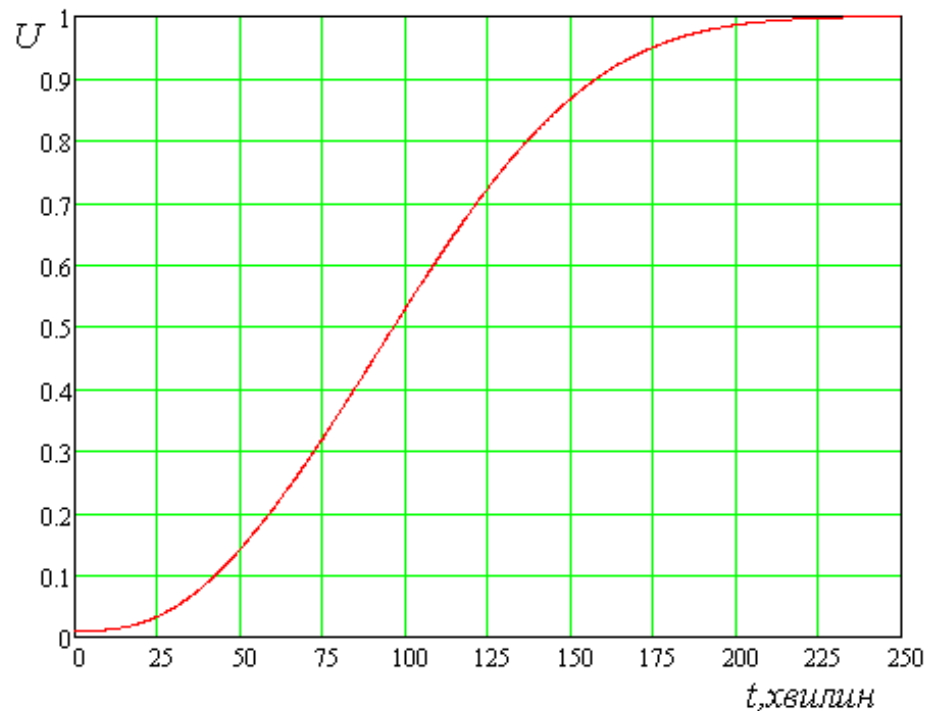


Рис.3.3 Залежність різної вологості в матеріалі

В результаті можна отримати залежність накопичення вологи в матеріалі, на основі якої визначаються наступні параметри:

1. максимальний час експлуатації матеріалу в умовах підвищеної вологості ($t_{\max}$), що визначається повним поглинанням вологи матеріалом (його повним намоканням), згідно з графіком на рис. 3.3;

2. рекомендований час використання матеріалу, який визначається накопиченням вологи на внутрішній стороні матеріалу до рівня, що відповідає комфортним умовам праці, згідно з графіком на рис. 3.2;
3. загальний обсяг вологи, накопичений матеріалом за певний період часу, що визначається за виразом (3.13), з урахуванням густини вологи та загальної площі матеріалу спецодягу.

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОЛОГИ В ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Дослідження, представлені в даному розділі, проводилися на зразках, вирізаних із різних текстильних матеріалів та зложеними в пакети з різною кількістю шарів.

Завданнями проведених експериментальних досліджень являлись:

розробка експериментальної установки для визначення кількості вологи в текстильному матеріалі;

розробка методики проведення експериментальних досліджень;

визначення кількості вологи, яку вбирають різні матеріали та порівняння їх з теоретично визначеною величиною вологовбирання;

визначення кількості вологи, яку вбирають різні матеріали, зложені в декілька шарів та порівняння їх з теоретично визначеною величиною багат шарового вологовбирання.

4.1. Методика проведення експериментів, застосовувана апаратура, прилади та обладнання.

Експериментальні дослідження проводились в науковому випробувально-сертифікаційному центрі " Випробувальна лабораторія ТОВ «УКРПРОМЛАБ»". Випробувальна лабораторія «УКРПРОМЛАБ» акредитована Національним агентством з акредитації України на відповідність ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Атестат акредитації № 2Н1152 від 10.09.2013 р. Дійсний до 09.09. 2018р. Вибір даної лабораторії обґрунтований наявністю необхідного обладнання, фахівців та методик.

Нормативні вимоги до текстильних матеріалів показані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Нормативні вимоги до текстильних матеріалів

Показники текстильних матеріалів		Бязь №1	Бязь №2	Сатин
Волокнистий склад, %	основа	ВХ-100	ВХ-100	ВХ-100
	уток	ВХ-100	ВХ-100	ВХ-100
Лінійна щільність (метричний номер)	основа	25 (40)	34 (29,4)	18,5 (54)
	уток	29 (34,5)	36 (27,8)	15,4 (64,9)
Щільність, кількість ниток на 10 см.	основа	278	242	315
	уток	226	184	464
Поверхнева щільність, г/м ²		138	145	137
Повітряпроникливість, дм ³ /(м ² ·с)		більше 375	більше 375	більше 375
Паропроникливість/(м ² ·ч)		56	56	56
Вологість, %		7	7	7
Водопоглинення, %		60	60	60
Змінення лінійних розмірів, %	основа	3,5	3,5	3,5
	уток	2	2	2

Мета випробувань: визначити можливість використання багат шарової стьобаної текстильної тканини при виготовленні костюмів для роботи в гарячих цехах – в умовах нагріваючого мікроклімату, а саме виготовлення комплекту одягу для гігієнічних ділянок тіла людини.



Рис. 4.1 - Зразки випробувального текстильного матеріалу (одношарові)



Рис. 4.2 - Зразок випробувального текстильного матеріалу (багатошаровий)

Час та місце проведення випробувань: з 08.09.2014 по 01.10.2014 р., ВЛ ТОВ «УКРПРОМЛАБ».

Результати візуального огляду зразків перед випробуванням: тканина текстильна багатошарова (для ідентифікації зразок тканини зберігається у випробувальній лабораторії);

Опис методики випробувань, процес випробування (Рис. 4.3):

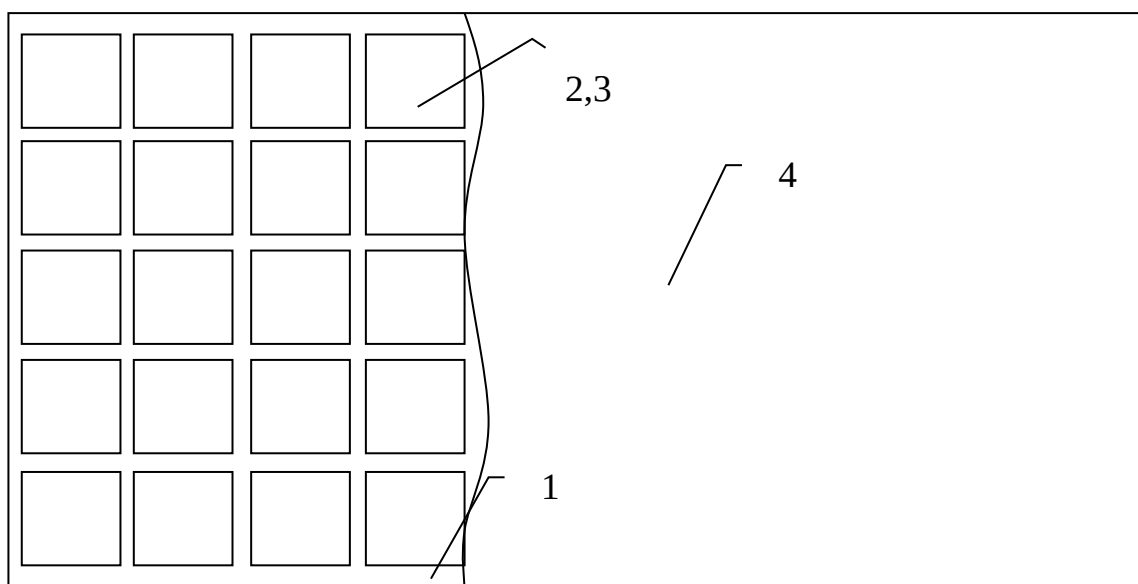


Рис. 4.3 - Загальний вигляд розташування зразків для випробування. 1 – стіл; 2 – випробувальні зразки; 3 – нержавіючі пластини; 4 – поліетиленова плівка.

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТУ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТУ "КОМПЛЕКТ ОДЯГУ ПІДОДЕЖНИЙ ГІГІЄНІЧНИЙ ДЛЯ РОБОТИ В ГАРЯЧИХ ЦЕХАХ" ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ СЕРТИФІКАЦІЇ

Обіг продукції, а саме засобів індивідуального захисту на території України регулюється наступними законодавчими актами:

технічним регламентом України засобів індивідуального захисту (Постанова КМУ від 27 серпня 2008 р. N 761); законом України «Про захист прав споживачів»; законом України «Про загальну безпечність нехарчової продукції»; ПКМУ № 1585 від 07.10.2003р. «Про затвердження Технічного регламенту модулів оцінки відповідності».

Згідно з вище перерахованими законодавчими та нормативними документами пропонується розробити нормативний документ на заявлену продукцію "КОМПЛЕКТ ОДЯГУ ПІДОДЕЖНИЙ ГІГІЄНІЧНИЙ ДЛЯ РОБОТИ В ГАРЯЧИХ ЦЕХАХ" та обґрунтувати вибір схеми його сертифікації. Тобто окрім виготовлення продукції пропонується процедура поставки її на ринок.

5.1. Розроблення проекту нормативного документу спеціального засобу захисту "Комплект одягу підодержний гігієнічний для роботи в гарячих цехах"

5.1.1. Галузь застосування

Даний проект стандарту поширюється на спеціальний одяг, що використовуються виробничим персоналом в гарячих цехах виробництв (далі - комплект одягу). Даний проект стандарту встановлює вимоги до властивостей комплектів одягу, вимоги до їх конструкції і виготовлення, правила одягання, прання, стерилізації, вимоги до упаковки, маркування і зберігання.

Даний проект стандарту не поширюється на шкіряне та інші види взуття та інші засоби індивідуального захисту персоналу від шкідливих і небезпечних виробничих факторів, у відповідності з вимогами охорони праці.

Вимоги цього галузевого стандарту можуть враховуватися при розробці, виготовленні та постановці на виробництво комплектів одягу для працюючих у гарячих цехах, а також при виборі і оцінці якості комплектів одягу. Даний галузевий стандарт придатний для цілей сертифікації.

5.1.2 Нормативні посилання

В даному галузевому стандарті використані посилання на наступні нормативні документи:

01.001.98 GMP Належна виробнича практика GMP;

5.1.3. Визначення

Волокно - частинка з співвідношенням довжини до ширини не менше 10:1.

Комплект одягу для працюючих у гарячих цехах - набір встановлених предметів спеціального одягу, (при необхідності нижнього спеціального одягу - білизни) для використання в приміщенні з нагріваючим мікрокліматом.

Нижній спеціальний одяг - предмети одягу (куртка та штани), що надягаються на тіло.

Одяг спеціальний - виробничий одяг для захисту працівників від впливу вологи, що виділяється з тіла людини і для захисту від повітряного середовища у гарячих приміщеннях та продукції, виробленої в гарячому приміщенні. До спецодягу належать костюми, що складаються з куртки і штанів.

Підодежний простір - простір між предметами одягу і поверхнею тіла.

Гаряче приміщення - приміщення, де організм робочого піддається впливу високої температури.

5.1.4. Позначення та скорочення

НД –нормативний документ;

ГП – гаряче приміщення.

5.1.5. Вимоги

5.1 Комплект одягу, який застосовується у гарячих приміщеннях (ГП) повинен виконувати роль нижнього спеціального одягу для забезпечення комфортного мікроклімату при захисті від повітряного середовища виробничого приміщення та продукції, що виробляється.

5.2. Комплекти одягу, застосовувані персоналом у гарячому приміщенні виробництв повинні виготовлятися за технічними умовами та відповідати зразку-еталону, затвердженому в установленому порядку.

Комплекти одягу повинні супроводжуватися сертифікатом відповідності, виданим в установленому порядку акредитованим органом з сертифікації.

5.3. Виконання комплектами одягу основних функцій досягається властивостями текстильних матеріалів, конструкцією і правильним вибором комплектності одягу, дотриманням на підприємстві встановленої послідовності одягання комплектів одягу та їх пранням, стерилізацією і збереженням.

5.4. Для забезпечення основних функцій комплекти одягу, використовуюваного в гарячому приміщенні, повинні відповідати наступним вимогам:

5.4.1 Вимоги призначення комплектів одягу

Характеристики, що визначають захисні властивості комплектів одягу по відношенню до повітряного середовища гарячого приміщення і виробленої продукції.

5.4.1.5 Комплект одягу повинен захищати персонал від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, при їх наявності на робочому місці, та у відповідності з вимогами ГОСТ 12.4.011 і ГОСТ 12.4.016 забезпечувати:

- стійкість до впливів агресивних середовищ;
- низьку паро проникність;
- високу волого проникність;
- високу повітропроникність

5.4.2 Вимоги надійності до комплектів одягу

5.4.2.1 Стійкість характеристик призначення комплектів одягу при тривалому їх використанні в умовах гарячих приміщень та багаторазових стерилізаціях залежить від фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів та визначається міцністю при розтягуванні і пранні текстильного матеріалу і оцінюється при користуванні комплектами одягу кількістю циклів прання-стерилізація, при яких характеристики призначення відповідають встановленим нормам.

Примітка. Пропонується встановлений мінімальний термін служби комплектів одягу - 150 циклів прання.

5.4.3.4 Максимально допустимі зміни лінійних розмірів комплектів одягу характеризується усадкою текстильного матеріалу і визначається показником зміни лінійних розмірів після мокрих обробок.

5.4.4 Художньо-естетичні вимоги до комплектів одягу

5.4.4.1 Комплект одягу повинен бути зручним у носінні і не утруднювати рухів працюючого при виконанні технологічних операцій, що досягається простотою крою, вільним обляганням і зручною формою предметів комплекту одягу.

5.4.5. Вимоги до текстильних матеріалів комплектів одягу

5.4.5.1. Для виготовлення комплектів одягу можуть бути використані тканини, неткані текстильні матеріали, трикотажні полотна.

5.4.6.3 Конструкція комплекту одягу повинна забезпечувати максимальну герметизацію підодежного простору. Тому при конструюванні комплекту одягу повинно забезпечуватися прилягання герметизуючих деталей в області шиї, зап'ястя, стоп і в області застібки.

5.4.6.4 Комір і манжети можуть виготовлятися з основного текстильного матеріалу або з еластичного трикотажного полотна з властивостями ідентичними властивостями основного матеріалу.

Комір і манжети повинні бути еластичними для забезпечення щільного прилягання.

5.4.6.5. Конструкція комплекту одягу повинна передбачати мінімальну кількість швів.

Конструкція стрічок і швів повинна забезпечувати проникність пилу і частинок не більшу, ніж основна тканина. Для цього всі краї комплекту одягу повинні бути прошиті, оплавлені або окантовані тасьмою. З'єднання зрізів матеріалів виконують закритими швами - конфігураційними або подвійними. Попередня обробка зрізів матеріалу не застосовується при їх з'єднанні швом.

Наявність відкритих зрізів матеріалу комплекту одягу не допускається для виключення обтріпання зрізів і відділення частинок і волокон під час носки, і після прання і стерилізації.

5.4.7 Вимоги до фурнітури, швейних ниток

5.4.7.1 Застібки повинні забезпечувати надійність (для виключення несподіваного автоматичного розстібання) і високу експлуатаційну міцність (для уникнення передчасного виходу з ладу).

Не рекомендується використовувати застібки у вигляді гачків і петель.

5.4.7.2 Фурнітура (застібки, зав'язки, ярлики тощо), що використовується в конструкції комплекту одягу, повинна мати властивості, що відповідають властивостям основного матеріалу комплекту одягу і вимогам експлуатації.

5.5 Правила користування комплектами одягу

5.5.1 Новий комплект одягу перед використанням повинен бути підданий пранню і подальшій обробці (щоб видалити залишки ниток та інших технологічних забруднень).

5.5.2. Упаковка з комплектом одягу розкривається безпосередньо перед використанням, у приміщенні, клас чистоти якого не нижче класу чистоти виробничого приміщення, в якому використовується комплект одягу. Комплект одягу, упаковка якого була порушена в результаті розриву, проколу або іншого ушкодження, не повинен бути використаний і підлягає поверненню на обробку.

5.5.3. При появі помітних забруднень або пошкоджень в процесі роботи необхідно провести заміну комплекту одягу.

5.5.4 Працюють в гарячих приміщеннях повинні дотримуватися частоти зміни комплекту одягу, встановлену для конкретних підприємств та виробничих приміщень. Комплекти одягу необхідно змінювати мінімум один раз в день (робочу зміну). Частота зміни комплектів одягу може бути змінена, в залежності від виробничих умов.

5.6 Маркування комплектів одягу

5.6.1 Комплекти одягу, використовувані в гарячих приміщеннях повинні мати розбірливе незмивне маркування, узгоджене між виробником і замовником, що містить наступну інформацію:

- найменування або торгівельну марку виробника;
- розмір комплекту одягу.

5.6.2 На упаковці комплекту одягу, минулого прання, (стерилізацію) рекомендується вміщувати наступну інформацію:

- прізвище працюючого або його індивідуальний код;
- позначку «стерильно»;
- дату прання або стерилізації;
- дата, до якої може бути використаний комплект одягу;

5.6.3 При необхідності відмінності комплектів одягу рекомендується колірне кодування комплектів одягу.

5.7 Зберігання комплектів одягу

5.7.1 Приміщення для зберігання комплектів одягу в первинній упаковці, повинне бути не нижче класу чистоти приміщення, в якому повинен використовувати комплект одягу.

5.7.2 Комплект одягу, призначений для використання протягом декількох днів, після робочої зміни поміщається для зберігання в індивідуальній шафці працюючого в приміщенні. При зберіганні повинен бути мінімальний контакт між різними деталями комплекту одягу.

5.1.6. Номенклатура показників якості

6.1.Номенклатура показників якості, їх допустимі значення, найменування характеризуються властивостями і нормативними документами на методи випробувань текстильних матеріалів для комплектів одягу, застосовуваних у гарячих приміщеннях, наведені в таблиці 5.1.

6.1.1. Номенклатура показників якості текстильних матеріалів, що забезпечують захист персоналу від впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів відповідно до ГОСТ 12 4.073 і ДСТУ 3047.

6.1.2 Показники якості текстильних матеріалів узгоджуються підприємством-постачальником текстильного матеріалу, підприємством-виробником комплектів одягу і підприємством-споживачем при укладанні договору на поставку матеріалу.

6.1.3. Колірна гама застосовуваних текстильних матеріалів приймається рішенням підприємства споживача комплектів одягу.

6.2 Текстильні матеріали повинні поставлятися з сертифікатом якості виданими виробником, в якому вказують кількісні значення показників якості та нормативні документи на методи їх випробування.

6.3. З сертифікатом якості, в тому числі і на імпортований текстильний матеріал, має бути представлено гігієнічний висновок органів державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України про можливість застосування текстильного матеріалу для комплектів одягу.

6.4 У сертифікаті крім показників якості, повинні бути відображені такі додаткові відомості:

- галузь застосування матеріалу;
- торгова марка матеріалу;
- можливі види прання та стерилізації;
- умови зберігання (на вимогу споживача).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В результаті проведених досліджень вирішена актуальна науково-прикладна задача по створенню безпечних умов праці робітників гарячих цехів, працюючих при нагріваючому мікрокліматі за рахунок застосування підодежного гігієнічного костюму, для чого необхідно було удосконалити відповідні нормативні документи. Підсумовуючи проведену роботу, можна зробити такі основні висновки:

1. Проведено аналіз особливостей праці робітників в гарячих цехах, який показав, що їх потовиділення може досягати 3 - 5 г/хв. тому пропонується проектувати захисний одяг з багатошарових матеріалів, один з яких повинен забезпечувати безпеку віз зовнішніх теплових факторів, а інший - гігієнічний мікроклімат в під одержному шарі.

2. Запропоновано алгоритм визначення поглинання вологи в залежності від часу для багатошарових текстильних матеріалів з різними властивостями, що дозволило зменшити швидкість волого поглинання в порівнянні з одношаровим матеріалом, яка може складати 4-11 мл/см²год;

3. Визначено час комфортної роботи в одязі з текстильних матеріалів, який визначається максимальним накопиченням вологи в матеріалі і складає для одношарових текстильних матеріалів 1,6-1,8 години;

4. Підвищено здатність багатошарових матеріалів до гальмування процесу водопоглинання, при цьому час повного накопичення вологи збільшується для двошарових матеріалів в 1,4-1,6 рази, для трьохшарових в 1,8-2,2 рази.

5. Проведено експериментальні дослідження накопичення вологи в різних текстильних матеріалах, які доказали відхилення теоретичної та експериментальної концентрації вологи не більше 6%.

6. Спроековано комплекти жіночого та чоловічого підодежного робочого одягу та визначені їх основні розмірні признаки.

8. Розроблено проект нормативного документу спеціального засобу захисту "Комплект одягу підодежний гігієнічний для роботи в гарячих цехах" та обґрунтування вибору схеми його сертифікації.