

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет інженерії
Кафедра технологій легкої промисловості**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до випускної кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня бакалавр**

Галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва напрямку підготовки)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма Дизайн-технології, конструювання та сучасне
оздоблення виробів легкої промисловості

на тему Створення ергономічного спецодягу для операторів хімічного
устаткування в умовах ризику отруєння

Виконав: студент групи ТЛП-21д

Пухач М.М.
(прізвище, ініціали)


(підпис)

Керівник к.т.н. Ріпка Г.А.
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)


(підпис)

Завідувачка кафедри к.т.н. Ріпка Галина
(науковий ступінь, прізвище, та ініціали)


(підпис)

Рецензент к.т.н. Кудрявцев Сергій
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)


(підпис)

Київ-2025

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії
Кафедра дизайну та індустрії моди
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва)
Спеціальність 182 Технології легкої промисловості
(шифр і назва)
Освітня програма Дизайн-технології, конструювання та сучасне оздоблення
виробів легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ДІМ



Галина РІПКА

«21» червня 2025 року

ЗАВДАННЯ

ЗДОБУВАЧУ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Пухач Мирослав Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Створення ергономічного спецодягу для операторів хімічного

устаткування в умовах ризику отруєння

керівник роботи к.т.н., доц. Ріпка Галина Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «21» травня 2025 року № 92/20.03

2. Строк подання здобувачем роботи «18» червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: _____

Спеціальний одяг

Науково-методична література

Нормативно-технічна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

2. МАТЕРІАЛОЗНАВЧА ЧАСТИНА

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

5. Перелік графічного матеріалу (презентація, креслення, слайди тощо):

Титульний аркуш. Мета роботи.

Аналіз вимог до одягу хімічного захисту (на основі ДСТУ та стандартів ISO/EN)

Порівняльна характеристика аналогів

Ескіз моделі

Конструкторська частина

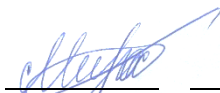
Технологічна частина

Загальні висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Вибір теми	12.05.25	
2	Актуальність теми	13.05.25	
3	Розділ 1	23.05.25	
4	Розділ 2	31.05.25	
5	Розділ 3	07.06.25	
6	Розділ 4	16.05.25	
7	Загальні висновки	17.05.25	
8	Подання роботи на перевірку	19.06.25	
9	Захист дипломної роботи	21.06.25	

Здобувач ВО


(підпис)

Мирослав ПУХАЧ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Галина РІПКА

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Автор роботи: Пухач Мирослав Михайлович

Тема випускної кваліфікаційної роботи бакалавра: Створення ергономічного спецодягу для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння.

Роботу виконано в Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля в 2025 році.

Робота складається з пояснювальної записки обсягом 69 сторінок, 28 рисунків, 13 таблиць, 12 розрахунків (формул), графічної частини з 9 слайдів.

В бакалаврській роботі розкрито актуальність теми, яка складається з таких складових, як необхідність забезпечення хімічної безпеки працівників, що щоденно взаємодіють із токсичними та агресивними речовинами; відсутність достатньо ефективних зразків вітчизняного захисного одягу, які б одночасно відповідали вимогам хімічного захисту та ергономіки; потреба у впровадженні сучасних матеріалів та конструктивних рішень, що забезпечують герметичність, комфорт і функціональність під час тривалого носіння в складних умовах; орієнтація на міжнародні стандарти безпеки праці, що визначають новий рівень вимог до спецодягу у промисловому секторі.

Актуальність підтверджується сучасними викликами в галузі охорони праці та виробничої гігієни, де ефективний захист оператора є критично важливим для збереження здоров'я та працездатності персоналу.

В першому розділі розглянуто передумови для проектування спецодягу для операторів хімічного устаткування вимагає комплексного врахування як технічних, так і санітарно-гігієнічних, фізіологічних та ергономічних факторів. Розкрито основні передумови для створення ефективного засобу індивідуального захисту. Проаналізовано аналоги. Подано характеристику виробництва сірчаної кислоти. В кінці розділу наведено висновки, поставлено мету і завдання бакалаврської роботи.

У другому розділі подано вимоги до матеріалів для хімічного захисту, класифікацію та аналіз спеціальних матеріалів; стійкість текстильних волокон до дії агресивного виробничого середовища.

В конструкторському розділі зроблено передумови розробки конструкції захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння. Вихідні дані для конструювання. Розробка конструкції ізолюючого костюма. Розробка конструкції ударозахисних накладок.

В технологічній частині – технологічні особливості обробки захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння.

Практична цінність роботи полягає в розробці ергономічного захисного костюму, який може бути впроваджений у виробництво для підвищення рівня безпеки операторів хімічного устаткування, що працюють в умовах ризику отруєння. Запропоновані конструктивні та матеріалознавчі рішення забезпечують ефективний захист від дії агресивних хімічних речовин, а також відповідають сучасним вимогам до зручності, мобільності та функціональності спецодягу. Отримані результати можуть бути використані в діяльності підприємств легкої промисловості, науково-дослідних організацій та при оновленні нормативної документації у сфері охорони праці.

ЗМІСТ

	стор
АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	6
1. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1 Аналіз умов праці операторів хімічного устаткування.....	8
1.2 Аналіз аналогів	10
1.3 Виробництво сірчаної кислоти	18
ВИСНОВКИ, ПОСТАНОВКА МЕТИ І ЗАВДАНЬ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ.....	17
2. МАТЕРІАЛОЗНАВЧА ЧАСТИНА	24
2.1. Вимоги до матеріалів для хімічного захисту	24
2.2. Класифікація та аналіз спеціальних матеріалів	26
2.3 Стійкість текстильних волокон до дії агресивного виробничого середовища.....	29
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	32
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1. Передумови розробки конструкції захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння	34
3.2. Вихідні дані для конструювання	36
3.3. Розробка конструкції ізолюючого костюма	43
3.4 Розробка конструкції ударозахисних накладок.....	46
4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	57
4.1 Вибір методів обробки	57
4.2 Технологічні особливості обробки захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку промислових технологій, зокрема в галузі хімічної промисловості, зростає потреба у підвищенні рівня безпеки праці. Працівники, які здійснюють обслуговування та експлуатацію хімічного устаткування, щоденно піддаються впливу потенційно небезпечних речовин, що можуть викликати гострі або хронічні отруєння, алергічні реакції, ураження шкіри та дихальних шляхів. У таких умовах спеціальний захисний одяг стає не лише елементом уніформи, а й засобом індивідуального захисту, від якого безпосередньо залежить життя та здоров'я людини.

Традиційні зразки спецодягу часто не враховують сучасні вимоги до ергономіки, мікроклімату, біологічної сумісності матеріалів та зручності експлуатації. Це призводить до зниження ефективності захисту та комфорту працівника, а відтак – до підвищення виробничих ризиків. У той же час новітні досягнення у сфері текстильних матеріалів, 3D-моделювання одягу та ергономічного дизайну відкривають нові можливості для створення ефективного, функціонального й ергономічного спецодягу.

Актуальність теми полягає в необхідності розробки нового підходу до проектування спецодягу для операторів хімічного устаткування, який би поєднував високі захисні властивості з комфортністю, адаптованістю до конкретних виробничих умов та відповідністю сучасним принципам охорони праці. Особливу увагу необхідно приділити вибору матеріалів, конструктивним рішенням, врахуванню рухової активності працівника та умов підвищеного ризику.

Мета дипломної роботи полягає в розробці ергономічного комплексу спецодягу для операторів хімічного устаткування, що забезпечує надійний захист органів дихання та шкіри від впливу токсичних речовин, зручність у носінні та відповідає сучасним вимогам до засобів індивідуального захисту.

1. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

Проектування спецодягу для операторів хімічного устаткування вимагає комплексного врахування як технічних, так і санітарно-гігієнічних, фізіологічних та ергономічних факторів. Основними передумовами для створення ефективного засобу індивідуального захисту є:

1. Характер умов праці. Оператори хімічного устаткування працюють в умовах підвищеного ризику контакту з токсичними, агресивними, вибухонебезпечними чи легко леткими речовинами. Висока температура, вологість, вентиляційні обмеження та наявність парів хімікатів зумовлюють необхідність надійного бар'єру між тілом працівника й навколишнім середовищем.
2. Нормативні та охоронні вимоги. Відповідно до стандартів охорони праці (ДСТУ, ISO, EN, ТУ тощо), спецодяг повинен забезпечувати захист від рідин, парів і твердих частинок хімічного походження, а також мати стійкість до стирання, проникнення й деформацій. Також обов'язковим є дотримання вимог до маркування, вентиляції, легкості й багат шаровості конструкції.
3. Ергономічні та антропометричні особливості працівника. Проектований спецодяг має враховувати біомеханіку рухів, зони найбільшого навантаження й потовиділення, комфорт при тривалому носінні, а також індивідуальні особливості фігури (залежно від гендеру, статури, віку). Ергономічність передбачає зручність під час роботи в обмежених просторах або на висоті, при згинанні, нахилах, стоянні на колінах тощо.
4. Технічні можливості виробництва. Сучасні технології дозволяють використовувати спеціальні багатофункціональні матеріали (мембрани, ламіновані тканини, вогнестійке покриття, антистатичні та вологовідштовхувальні обробки). Це створює основу для впровадження багат шарових, трансформованих і модульних конструкцій із підвищеною зносостійкістю.
5. Потреби сталого виробництва та утилізації. Проектування має враховувати екологічну складову: мінімізацію залишків виробництва, застосування

вторинної сировини, безпечність для шкіри та можливість переробки після завершення строку експлуатації.

1.1. Аналіз умов праці операторів хімічного устаткування

Умови праці операторів хімічного устаткування характеризуються високим рівнем професійних ризиків, зумовлених специфікою технологічних процесів, властивостями використовуваних речовин та особливостями експлуатації обладнання. У результаті детального аналізу можна виділити наступні основні характеристики робочого середовища (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація виробничих ризиків для операторів хімічного устаткування

№	Тип ризику	Характер впливу	Потенційні наслідки	Необхідні властивості спецодягу
1	Хімічний	Контакт з кислотами, лугами, розчинниками, токсичними парами	Хімічні опіки, отруєння, подразнення шкіри	Хімічностійкість, герметичність, антиабсорбційність
2	Фізичний (механічний)	Дія твердих предметів, абразивів, гострих кромок устаткування	Порізи, проколи, стирання тканини	Міцність, зносостійкість, посилені шви
3	Тепловий	Контакт з нагрітими поверхнями, гарячими парами	Термічні опіки, перегрів	Термостійкість, вогнестійкість, теплоізоляція
4	Мікрокліматичний	Підвищена вологість, температура, недостатня вентиляція	Перегрів, надмірне потовиділення, втома	Паропроникність, вентиляційні вставки, легкість
5	Електростатичний	Накопичення статичної електрики в середовищі з парами хімічних речовин	Іскроутворення, вибухи	Антистатичні властивості, відповідна обробка тканини
6	Біологічний (опосередковано)	Розмноження мікроорганізмів у вологому середовищі, контакти з біологічними середовищами	Алергічні реакції, шкірні ураження	Гігієнічність, антимікробна обробка, повітропроникність
7	Психофізіологічний	Дискомфорт, обмеження рухів, вага одягу	Втома, зниження уваги, зростання помилок	Ергономічний крій, мінімальна вага, свобода рухів

1. Фізико-хімічні ризики. Оператори щоденно контактують із хімічними речовинами в різних агрегатних станах: газоподібному, рідкому або твердому. Часто це агресивні, токсичні або вибухонебезпечні сполуки (кислоти, луги, органічні розчинники, гази тощо), які можуть спричинити опіки, отруєння, подразнення шкіри, очей та дихальних шляхів.

2. Мікрокліматичні умови. У виробничих приміщеннях часто спостерігаються підвищена температура, вологість, а також недостатній повітрообмін або концентрація парів хімікатів. Це спричиняє фізіологічне перевантаження, підвищене потовиділення, втрату води організмом та загрозу теплового удару.

3. Високий рівень фізичного навантаження. Оператори змушені тривалий час перебувати на ногах, здійснювати переміщення труб, шлангів, інструментів, нахилятися, працювати у важкодоступних місцях або на висоті. Це вимагає зручного, мобільного одягу, що не сковує рухів і має підвищену міцність у зонах зношення.

4. Необхідність високої концентрації та швидкої реакції. Будь-яка помилка під час роботи з хімічним устаткуванням може мати небезпечні наслідки для здоров'я, життя працівника чи колег. Тому одяг не повинен заважати огляду, рухам або викликати дискомфорт, що може знижувати увагу оператора.

5. Контакт із гострими та гарячими поверхнями. Під час обслуговування деяких установок працівники можуть торкатися нагрітих елементів або стикатися з механічними ризиками (удари, проколи, порізи). Це зумовлює потребу в термозахисних і міцних матеріалах.

6. Вимоги до біозахисту та антистатичності. Деякі виробничі процеси передбачають можливість накопичення статичної електрики, що становить загрозу в умовах вибухонебезпечного середовища. Крім того, важливою є гігієнічність матеріалів та здатність запобігати розвитку мікроорганізмів у вологому середовищі.

7. Частий режим очищення та дезінфекції спецодягу. Спецодяг повинен зберігати свої захисні властивості навіть після багаторазового прання, дезінфекції та обробки агресивними мийними засобами.

Таблиця 1.2

Аналіз вимог до одягу хімічного захисту (на основі ДСТУ та стандартів ISO/EN)

№	Стандарт	Назва / Сфера дії	Основні вимоги до спецодягу
1	ДСТУ EN 943-1:2017	Одяг для захисту від газів, рідин, аерозолів (тип 1, 2)	Герметичність швів, стійкість до проникнення парів, з'єднання з респіраторами
2	ДСТУ EN 14605:2017	Одяг для захисту від рідких хімікатів (тип 3, 4)	Щільність матеріалу, герметичність застібок, капюшонів, манжет
3	ДСТУ EN ISO 13982-1:2017	Одяг обмеженого використання для захисту від твердих частинок (тип 5)	Бар'єрність до аерозольних частинок, зносостійкість, захист від пилу
4	ДСТУ EN 13034:2017	Обмежений захист від бризок рідких хімікатів (тип 6)	Тимчасовий контакт із неагресивними хімікатами, непромокальність тканини
5	ISO 11611 / ISO 11612	Захист від термічних ризиків (вогнь, контакт із гарячими поверхнями)	Термостійкість, вогнезахист, міцність при високих температурах
6	ISO 6530	Метод випробування на проникнення та абсорбцію хімічних речовин	Коефіцієнти проникнення/відштовхування, стабільність тканини після обробки
7	EN 1149-5	Електростатичні властивості	Провідність матеріалу, антистатичне оздоблення

Отже, умови праці операторів хімічного устаткування потребують створення спеціалізованого захисного одягу, який забезпечує комплексний захист від фізичних, хімічних, термічних і біологічних впливів. Одяг повинен бути ергономічним, гнучким у носінні, виготовленим із матеріалів, що поєднують хімічну стійкість, міцність, терморегуляцію та комфортність, аби гарантувати безпеку та ефективність праці.

Розробка спецодягу для операторів хімічного устаткування має базуватися на системному аналізі ризиків та суворому дотриманні вимог чинних стандартів ДСТУ, EN та ISO. Необхідно забезпечити комплексний захист працівника, гарантуючи герметичність, ергономіку, стійкість до багаторазового очищення, комфорт у носінні та відповідність умовам роботи в агресивному середовищі.

1.2. Аналіз аналогів

Для розробки ефективного ергономічного спецодягу було проведено аналіз

існуючих зразків одягу хімічного захисту, що представлені як вітчизняними, так і зарубіжними виробниками. Аналіз дозволяє виявити переваги й недоліки існуючих рішень, визначити недоопрацьовані аспекти конструкції та матеріалів, а також сформулювати вимоги до проєктованого виробу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Порівняльна характеристики аналогів

Назва виробу / Виробник	Захисні властивості	Особливості конструкції	Матеріал	Недоліки
DuPont™ Tychem® 6000 (США)	Хімічна стійкість до понад 180 речовин	Герметичні шви, капюшон, захисні манжети	Бар'єрна полімерна плівка	Обмежена вентиляція, одноразове використання
3M™ Protective Coverall 4570 (Німеччина)	Захист від рідких і твердих хімічних агентів	Тип-3, водонепроникний комбінезон	Мікропористий ламінат	Мала зносостійкість, обмежене використання
Uvex Protect Chem 2000 (Німеччина)	Хімзахист типу 3/4/5/6, антистатичність	Зручний крій, дихаючі вставки	Поліпропілен + ПЕ-плівка	Недостатня міцність для тривалого ношіння
ТОВ «Талан» (Україна)	Базовий захист від неагресивних хімікатів	Прямий крій, накладні кишень	Кислото- та лугостійка тканина	Мала герметичність, застарілий дизайн
ЗІЗ від «Спецзахист» (Україна)	Захист від кислот, лугів, механічних впливів	Плащі та напівкомбінезони	Прогумована тканина	Важка вага, обмежена паропроникність

Отже, виходячи з таблиця 1.3 можна зробити висновки з аналізу аналогів:

- **Захисні властивості:** більшість аналогів забезпечують високий рівень хімічного захисту, однак значна частина з них має одноразове або обмежене за тривалістю використання призначення.

- **Комфорт і ергономіка:** ергономічність часто поступається вимогам герметичності. Часто відсутня адаптація під довготривалу роботу в активному русі або в умовах теплового навантаження.

- **Матеріали:** широке використання полімерних мембран забезпечує хімічну стійкість, але знижує повітропроникність. Вітчизняні аналоги мають обмежену функціональність матеріалів.

- Екологічність та сталість: багато сучасних виробів виготовляються без урахування принципів сталого виробництва, не передбачено утилізації чи вторинної переробки.

- Зовнішній вигляд: дизайн більшості зразків утилітарний, недостатньо продуманий з точки зору візуального комфорту та впізнаваності бренду роботодавця.

Проаналізовані аналоги демонструють високі стандарти хімічного захисту, але потребують покращення в аспектах довговічності, екологічності, ергономіки та багатофункціональності. Це створює підґрунтя для розробки інноваційного виробу, який поєднує ефективний захист, зручність у носінні, відповідність принципам сталого виробництва та сучасну естетику робочого одягу.

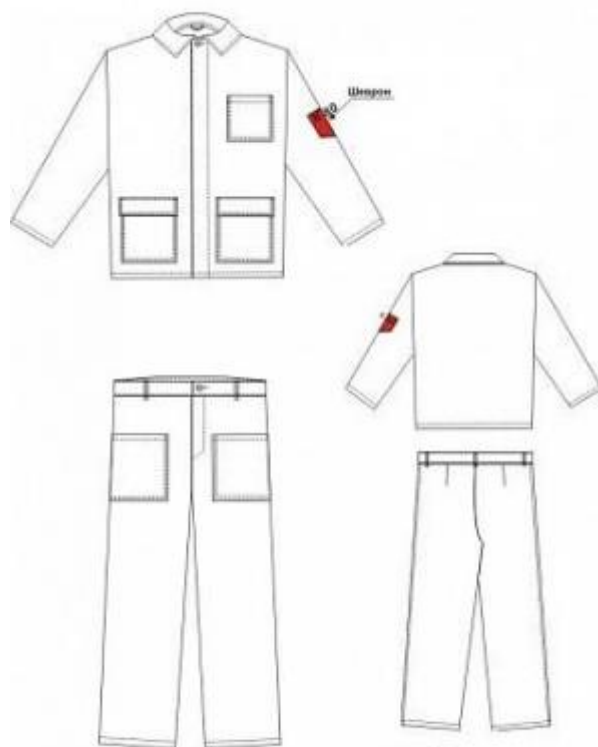
Також, за результатами аналізу доступної інформації з каталогів та тех-документації вдалося виділити кілька напрямів, що ілюструють тенденції розвитку вітчизняного спецодягу з хімічного захисту.

1. ПромСИЗ™ (Київська обл., Коцюбинське)

Опис моделі (рис. 1.1): Легкий та надійний чоловічий костюм для захисту від розчинів кислот та лугів. Костюм кислотостійкий К80 складається з куртки та штанів. Куртка прямого силуету, з центральною потайною застібкою та однією наскрізною петлею вгорі. Усі гудзики приховані під захисною планкою. Дві накладні бічні кишені з клапанами, одна нагрудна. Куртка з вточеними рукавами. На лівому рукаві куртки розташована емблема із захисними властивостями К80. Штани прямі на притачному поясі зі шлейками. Центральна застібка гульфік на гудзиках. Бічні накладні кишені із вертикальним входом. Костюм кислотостійкий К80 виготовлений з легкої сумішової тканини щільністю 220 г/м² зі спеціальним кислото-лугостійким просоченням К80 (за розчином сірчаної кислоти К80).

Конструктивні особливості костюма кислотостійкого

1. Всі накладні деталі з клапанами, центральна застібка прикрита захисною планкою для попередження попадання агресивних речовин у під одягу.
2. Кислотостійкий костюм прошитий армованими нитками, що забезпечують максимальну міцність на розрив.



Л-1

Рис. 1.1. Костюми ПромСИЗ™ [1]

3. Всі накладні деталі налаштовані подвійними рядками, що посилює механічну міцність та зносостійкість кислотостійкого костюма.

4. При виготовленні виробу використовуються амінопластові гудзики, що характеризуються стійкістю до слабких розчинів хімічних речовин.

5.

Таблиця 1.4

Характеристики кислотозахисного костюму ПромСИЗ™ [1]

Стать	Чоловічий
Тип	костюм
Колір	Темно-синий
Захисні властивості	K80 - захист від концентрації кислот від 50 до 80% (для сірчаної кислоти)
Відповідність стандарту	ДСТУ EN ISO 13688:2016 , ДСТУ EN 14605:2017 , ДСТУ EN 467:2003
Матеріал	Змішана K80
Склад тканини	51% хлопок, 49% полиэфир
Щільність	220 г/м ²

Асортимент: комбінезони (ULTITEC 4000), фартухи, нарукавники, кислотостійкі костюми K80, костюм Л-1 (рис. 1.1).

Матеріали: прогумовані, ПВХ-покриття – забезпечують надійний захист від парів, бризок і механічних впливів.

Ціна: комбінезон ULTITEC 4000 — ≈ 594 грн, кислотостійкий костюм K80 — ≈ 798 грн.

Особливості: придатні для кількох циклів використання, але мають обмежену вентиляцію; доступна модульність комплекту.

2. Бреві (Полтава) [2] (рис. 1.2).

Опис моделі (рис. 1.2): два варіанти комплектації костюма: уртка з брюками; куртка з напівкомбінезоном. Дана модель призначена для захисту від загальновиробничих забруднень і механічних впливів.



Рис. 1.2. Костюм Бреві (Полтава) [2]

Куртка прямого силуету, рукав з манжетом на гумці. Центральна застібка на блискавці, що прихована планкою на кнопках. Комір-стійка. Знизу куртки дві накладні кишені та вгорі дві кишені типу “книжка” з клапанами.

Напівкомбінезон рівний з притачним поясом з гумкою на спині. По обидва боки накладні кишені типу “книжка”. Додаткові кишені: дві накладні з правої сторони та одна “напівкнижка” з клапаном з лівої сторони. Нагрудник стандартний з накладною кишенею з клапаном та додатковою кишенею по середині. Довжина лямок регулюється вшитою гумкою на рівні спини. Лямка пристібається до нагрудника фастексом. Штани з притачним поясом. Застібка на блискавці і гудзику.

Костюм може бути виконаний з різних видів тканин і з різним обробленням: водовідштовхувальним, олієводовідштовхувальним та з антистатичної тканини, і з різною конфігурацією кишень, застібок, оброблень. У зв’язку з чим вартість може

відрізнятись від базової моделі.

Тканина "Форма лідер" (грета), 80% пе, 20% бав, щіл. 200 г/м.кв. ВВ. Тканина "Ортон супер" 50% пе, 50% бав., щіл. 260 г/м.кв. ВВ.

Асортимент: спецодяг для різних галузей, у т. ч. агресивні середовища.

Методи: армовані нитки, підсилення швів; можливе нанесення логотипів, індивідуальне пошиття.

Сертифікація: Декларації відповідності техрегламенту та гігієнічні висновки.

Особливості: адаптація під клієнта, широкий модельний ряд, але технологічні характеристики (хімстійкість, герметичність) залежать від замовлення.

3. Компанія «Ковчег» (Київ) [2] (рис. 1.3).

Таблиця 1.5

Характеристики тканини

Тканина верху	Саржа 240 г/м.кв
Склад	65%-п/э, 35%-бавовна



Рис. 1.3. Костюм компанії «Ковчег» [2]

Асортимент: понад 20 000 позицій – робочий, зимовий одяг, спецвзуття, ЗІЗ. Сертифікація: ISO 9001, офіційні сертифікати якості. Особливості: індивідуальне пошиття, нанесення символіки бренду, використання стандартних і армованих тканин, висока адаптивність, але без конкретної інформації щодо хімзахисту.

4. «Спецзахист» [5]. Асортимент: антистатичні комбінезони (64 % поліестер/34 % бавовна + 2 % антистатична нитка), робочі сигнальні костюми. Особливості: антистатичний ефект, світлоповертальні елементи, міцні тканини щільністю $\approx 220\text{--}240\text{ г/м}^2$; захист не орієнтований безпосередньо на хімічну стійкість.

Порівняльний аналіз тенденцій розвитку вітчизняного спецодягу з хімічного захисту наведено у табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Порівняльна характеристика продукції українських брендів спецодягу
для хімічного захисту

Бренд / Підприємство	Основний асортимент	Матеріали	Захисні властивості	Особливості конструкції	Сертифікація / відповідність	Недоліки
ПромСИЗ™ (Коцюбинське)	Комбінезони, костюми К80, костюм Л-1	Прогумовані тканини, ПВХ	Захист від хімічних речовин, кислот, лугів	Герметичні шви, герметичні застібки, капюшони	Технічна документація, внутрішній контроль	Обмежена вентиляція, неекологічність, некомфортне довге носіння
Бреві (Полтава)	Кислотостійкий одяг, захисні комбінезони	Бавовна з просоченням, спецсуміші	Базовий хімічний захист	Підсилені шви, додаткові опції під замовлення	Декларації відповідності, гігієнічні висновки	Обмежена герметичність, специфікації залежать від замовлення
Ковчег (Київ)	Робочий одяг, костюми для промисловості	Сумішеві тканини, поліестер, армовані нитки	Загальновиробничий захист	Індивідуальне пошиття, нанесення символіки	ISO 9001, внутрішня якість	Не призначений для агресивного хімзахисту
Спецзахист (Україна)	Антистатичні комбінезони, сигнальні костюми	Поліестер + антистатичні нитки	Антистатичний захист, базова хімс			

Основні висновки

- Захисні властивості:

Продукція ПромСИЗ™ та спецодяг із ПВХ/прогумованих матеріалів здатна захистити від агресивних середовищ (кислоти, луги), але не забезпечує достатньої вентиляції та ергономіки.

Ергономіка та індивідуалізація: Бреві і Ковчег демонструють високу адаптивність – пошиття під замовника, армовані шви, нанесення символіки; проте їх спецодяг не завжди сертифіковано саме для хімзахисту.

Антистатичність та комфорт: Спецзахист пропонує антистатичні комбінезони зі світлоповертальними елементами, що важливо для безпеки в хімічно небезпечному середовищі, однак вони не мають хімічного герметичного захисту.

Отже, український ринок спецодягу пропонує широкий асортимент продукції, що охоплює базові потреби та дозволяє адаптувати комплекти відповідно до специфіки роботи. Однак більшість моделей не задовольняють одночасно таких ключових вимог, як: Комплексний хімічний захист (газо- та рідинозахист, герметичність), Ергономічність (вентиляційні вставки, легкість, мобільність), Стійкість до багаторазового прання і дезінфекції, Антистатичність та відповідність стандартам. Тому існує нагальна потреба у розробці нової моделі ергономічного спецодягу, що поєднуватиме ці властивості та відповідатиме строгим ДСТУ/ISO-вимогам.

1.3. Виробництво сірчаної кислоти

Виробництво сірчаної кислоти (H_2SO_4) – один із найважливіших хімічних процесів у промисловості, оскільки сірчана кислота є базовим продуктом для багатьох галузей: хімічної, металургійної, текстильної, фармацевтичної тощо.

Типи сировини (табл. 1.7).

- Основна: сірка технічна, пірит, H_2S (в деяких технологіях).
- Допоміжна: повітря, вода, каталізатори (оксид ванадію V_2O_5).

Таблиця 1.7

Основні стадії виробництва сірчаної кислоти (контактним методом)

Стадія	Опис процесу
1. Спалювання сірки або піриту	
Сірку (S) або пірит (FeS ₂) спалюють у повітрі з утворенням діоксиду сірки (SO ₂):	$S + O_2 \rightarrow SO_2$ або $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$
2. Очищення і осушення газу	SO ₂ очищується від домішок (пил, As ₂ O ₃ тощо) та осушується концентрованою H ₂ SO ₄ .
3. Каталітичне окислення SO ₂ до SO ₃	$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + Q$ (екзотермічна реакція, відбувається у контактному апараті). Проходить за наявності каталізатора (V ₂ O ₅) при 420–450 °C:
4. Поглинання SO ₃ водою або сірчаною кислотою	SO ₃ не поглинається чистою водою напряду (утворюється туман H ₂ SO ₄), тому його поглинають концентрованою кислотою: $SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$ (оліум) $H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$

Види контактних схем (табл. 1.7). Двофазна схема: спрощена, один ступінь конверсії ($\approx 96\%$). Трифазна схема (з проміжним охолодженням): підвищує вихід SO₃ ($>98\%$). З рециркуляцією SO₂: найефективніша за екологічністю.

Застосування сірчаної кислоти (табл. 1.7).

- Виробництво добрив (суперфосфат, амоній сульфат);
- Хімічний синтез (HCl, HF, барвники);
- Нафтопереробка;
- Металургія (травлення металів);
- Очистка стічних вод.

Екологічні аспекти(табл. 1.7).Викиди SO_2 – токсичні; Необхідна очистка відпрацьованих газів (газоочищення, уловлювачі туману H_2SO_4); Впроваджуються замкнуті цикли виробництва.

Сірчана кислота (H_2SO_4) є надзвичайно небезпечною хімічною речовиною, яка становить високий ризик для операторів хімічного устаткування під час її виробництва, транспортування, зберігання та використання. Її небезпека обумовлена як хімічними, так і фізіологічними властивостями (табл. 1.8, табл. 1.9).

Таблиця 1.8

Основні фактори небезпеки сірчаної кислоти для оператора

Тип небезпеки	Опис
Хімічна активність	Сірчана кислота є сильною неорганічною кислотою, яка має високу реакційну здатність. При контакті з водою або органікою – виділяє тепло, можливі розбризкування
Корозійна дія	Викликає глибокі хімічні опіки шкіри, слизових оболонок, очей. Корозійно діє на метали та матеріали одягу при тривалому впливі
Інгаляційна токсичність	Пари та туман H_2SO_4 подразнюють дихальні шляхи, викликають набряк легень, бронхоспазм, задуху. При хронічному впливі можливий розвиток бронхітів, легеневого фіброзу
Температурна небезпека	Під час контакту з водою або при нагріванні — реакція супроводжується виділенням великої кількості тепла, що може спричинити опіки парою або гарячими бризками
Ураження очей	Навіть кілька крапель концентрованої кислоти можуть спричинити негайну втрату зору

Таблиця 1.9

Умови ризику для оператора хімічного устаткування

Джерело ризику	Можливі наслідки
Протікання трубопроводів, фланців	Удихання туману, опіки шкіри та очей
Переливання або змішування кислот	Термічні вибухи, розбризкування кислоти
Відсутність або зношення ЗІЗ	Прямий контакт зі шкірою, отруєння
Погана вентиляція	Накопичення парів, токсичні ураження легень
Аварійні зливи / розливи	Масове отруєння, опіки, ризик смерті

Гранично допустимі концентрації (ГДК) (табл. 1.10). ГДК парів сірчаної кислоти в повітрі робочої зони (Україна, ДСП 201). 1 мг/м³ (аерозоль H₂SO₄) — клас небезпеки 1 (надзвичайно небезпечна речовина).

Таблиця 1.10

Мінімальні засоби захисту оператора

Категорія ЗІЗ	Пристрій/матеріал
Одяг	Спецкостюм із кислотостійкої прогумованої тканини
Рукавички	Кислотостійкий неопрен, ПВХ, латекс
Взуття	Гумові або ПВХ-чоботи
Окуляри/щиток	Герметичні хімзахисні окуляри або лицевий щиток
Респіратор	Протиаерозольний респіратор типу Р2 / Р3 або з комбінованим фільтром для кислотних парів
Душ / очомийник	У постійній доступності біля робочої зони

Аварійні заходи безпеки

Негайна евакуація персоналу з зони розливу .

Знезараження розливу нейтралізуючими речовинами (сода, вапно).

Ізоляція джерела витоку.

Медична допомога: обробка уражених ділянок великою кількістю води, термінове направлення до лікаря.

ВИСНОВКИ, ПОСТАНОВКА МЕТИ І ЗАВДАНЬ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

У результаті аналізу теми встановлено, що сучасне виробництво, пов'язане з хімічними речовинами, висуває підвищені вимоги до захисту працівників, зокрема операторів хімічного устаткування. Найбільшу загрозу становлять агресивні рідини, токсичні пари та аерозолі, зокрема сірчана кислота, які можуть спричинити опіки, отруєння або хронічні ураження організму.

Існуючі зразки спецодягу не завжди враховують потребу в поєднанні захисних властивостей, ергономіки та комфорту, що знижує ефективність роботи оператора та створює додаткові ризики. З урахуванням принципів сталого виробництва особливої уваги потребує вибір матеріалів, що поєднують стійкість до хімічних речовин, зносостійкість та можливість переробки або безпечної утилізації.

1. Зростання виробничих ризиків у хімічній промисловості. Оператори хімічного устаткування щоденно працюють з токсичними речовинами (зокрема сірчаною кислотою, хлором, аміаком тощо), що становить загрозу для здоров'я і життя. Удосконалення захисного одягу є нагальною потребою для зниження професійних ризиків.

2. Недостатня ергономічність існуючих моделей захисного одягу. Багато зразків спецодягу забезпечують хімічний захист, проте обмежують рухи, спричиняють перегрів, втому або перешкоджають точним маніпуляціям. Необхідний новий підхід до проектування, який поєднує безпеку та комфорт.

3. Потреба у впровадженні принципів сталого виробництва. Сучасні вимоги екологічної відповідальності вимагають використовувати матеріали, що мають хімічну стійкість, підлягають переробці або безпечній утилізації. Це дозволяє зменшити вплив промисловості на довкілля.

4. Відсутність комплексних дизайнерських рішень на українському ринку. Існує дефіцит адаптованих до умов національних підприємств моделей спецодягу, які відповідали б одночасно вимогам безпеки, стандартам ISO/ДСТУ та враховували б естетичні, функціональні та індивідуальні особливості праці.

Таким чином, актуальність проектування ергономічного хімзахисного одягу зумовлена необхідністю зниження професійних ризиків та покращення умов праці в сучасній хімічній промисловості.

Мета роботи. Розробити дизайн-проект ергономічного спеціального одягу для операторів хімічного устаткування, який забезпечує надійний захист від дії токсичних речовин (зокрема сірчаної кислоти) та відповідає сучасним вимогам безпеки, функціональності та сталого виробництва.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати умови праці операторів хімічного устаткування з позиції небезпек та ризиків у разі контакту з хімічно небезпечними речовинами.

2. Вивчити нормативно-технічні документи (ДСТУ, ISO) щодо вимог до хімічно стійкого спецодягу.

3. Проаналізувати сучасні аналоги спеціального одягу, що використовується в Україні та за кордоном, виявити їх переваги та недоліки.

4. Обґрунтувати вибір матеріалів з урахуванням хімічної стійкості, ергономічності та екологічності.

5. Розробити художньо-конструкторське рішення спецодягу для умов ризику отруєння.

6. Описати технологічний процес виготовлення виробу, включно з вибором обладнання та методів обробки вузлів.

7. Оцінити відповідність проєктованого виробу вимогам безпеки праці, стандартам і принципам сталого виробництва.

2. МАТЕРІАЛОЗНАВЧА ЧАСТИНА

2.1. Вимоги до матеріалів для хімічного захисту

Сірчана кислота – це речовина високого токсико-хімічного ризику, яка потребує суворого контролю та дотримання норм безпеки при роботі. Оператори хімічного устаткування повинні бути забезпечені сертифікованим ЗІЗ, проходити регулярні інструктажі з техніки безпеки та мати доступ до аварійного обладнання (душі, очомийники, аптечки). Правильний вибір ергономічного, герметичного спецодягу з урахуванням сталих матеріалів дозволить підвищити рівень безпеки в умовах постійного контакту з агресивним середовищем.

Спеціальний одяг для операторів хімічного устаткування, які працюють у середовищі з ризиком дії мінеральних кислот, повинен забезпечувати надійний бар'єр від впливу небезпечних речовин. До таких кислот належать сірчана (H_2SO_4), хлоридна (HCl), азотна (HNO_3) та фосфатна (H_3PO_4), які мають високу агресивність і можуть викликати опіки, ураження дихальних шляхів, шкіри та слизових оболонок. Матеріали для хімічного захисту повинні:

- бути стійкими до кислот і агресивних середовищ;
- мати герметичну або щільну структуру (для перешкодження проникненню);
- забезпечувати механічну міцність, зносостійкість;
- зберігати властивості в умовах підвищеної температури або вологості;
- бути технологічними для виготовлення швів, з'єднань і елементів одягу;
- бажано – відповідати принципам екологічності або безпечної утилізації.

Основні вимоги до матеріалів для захисного одягу (табл. 2.1).

- Стійкість до кислот — здатність не руйнуватися під дією агресивних рідин і парів.
- Механічна міцність — забезпечення цілісності під час згинання, тертя, натягу.
- Герметичність та щільність — перешкодження проникненню хімікатів.

Таблиця 2.1

Класифікація та характеристика спеціальних матеріалів

Назва матеріалу	Характеристика	Стійкість до кислот	Особливості використання
ПВХ (полівінілхлорид)	Пластизольне покриття на тканинній основі (бавовна, поліестер).	Висока (H_2SO_4 , HCl , HNO_3)	Часто використовується для плащів, фартухів, комбінезонів. Легко мисться, доступний.
Поліуретан (PU)	Гнучке полімерне покриття, еластичне, легке.	Середня до висока	Забезпечує гнучкість, зручність рухів. Застосовується у костюмах короткочасної дії.
Неопрен (синтетичний каучук)	Міцний, еластичний, має гарну хімістійкість.	Висока	Підходить для багаторазового використання, витримує багато кислот, розчинників.
Фторполімери (наприклад, PTFE / Teflon)	Один з найстійкіших полімерів до агресивних речовин.	Дуже висока	Використовується в умовах високої концентрації та температур. Дорого, але ефективно.
Поліетилен високої щільності (HDPE)	Нетканий матеріал або плівка (наприклад, Tychem, ChemMAX).	Висока	Використовується для одноразового або обмежено багаторазового спецодягу. Низька паропроникність.
Поліестер із прогумованим покриттям	Тканина з покриттям на основі хлоропрену або ПВХ.	Висока	Застосовується для комбінезонів, має достатню міцність та захисні властивості.

- Термостійкість та вологостійкість — здатність зберігати властивості в умовах підвищеної температури та вологості.

- Екологічність і технологічність — можливість повторного використання, безпечної утилізації, простота виготовлення та обробки.

Отже, найбільш ефективними для багаторазового використання є ПВХ, неопрен і фторполімери – вони поєднують стійкість, гнучкість і довговічність.

Для одноразового використання доцільні ламіновані матеріали на

поліетиленовій основі.

При виборі матеріалу важливо враховувати концентрацію кислоти, тривалість контакту, температуру, необхідний рівень герметичності та комфорт оператора.

2.2. Класифікація та аналіз спеціальних матеріалів

Для виготовлення костюмів хімічного захисту застосовують широкий спектр матеріалів, які поділяються на групи залежно від типу полімерної основи та функціональних властивостей.

Такі матеріали часто використовуються у брендових захисних виробках (табл. 2.3). Наприклад: Tychem® (DuPont) – багатошарова система на основі поліетилену з полімерним бар'єром (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Тканина Tychem® (DuPont) [6]

ChemMAX (Lakeland) – ламінована структура, сертифікована згідно з EN 14605 (рис. 2.2).



Рис. 2.2. ChemMAX (Lakeland) [7]

Uvex ProtectoChem – використовується ПВХ з неопреновим покриттям для захисту від кислот середньої та високої концентрації (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Uvex ProtectoChem [8]

3M™ Protective Coveralls – комбінезони одноразового використання для хімічного захисту (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Костюми фірми 3M™ Protective Coveralls [9]

Таблиця 2.3

Популярні комерційні назви матеріалів і костюмів

Торгова марка	Матеріал / технологія	Стійкість до кислот
DuPont™ Tychem®	Поліетилен + полімерне покриття	Дуже висока
Lakeland ChemMAX	Полімерна багатошарова плівка	Висока
Uvex ProtectoChem	ПВХ/неопрен	Висока
3M™ Protective Coveralls	Ламінований поліпропілен	Висока до помірної

Вибір матеріалів для захисного одягу операторів хімічного устаткування повинен ґрунтуватися на:

- характері та концентрації хімікатів;
- температурних умовах середовища;
- тривалості експозиції;
- частоті використання (одноразовий чи багаторазовий виріб);
- потребі у свободі рухів і вентиляції.

На сучасному етапі найбільш оптимальними є комбіновані матеріали (наприклад, ПВХ + текстильна основа або поліуретан), які забезпечують баланс між захистом, комфортом та довговічністю. У виробках багаторазового використання слід орієнтуватися на неопрени й поліефірні тканини з прогумованим або ламінованим покриттям.

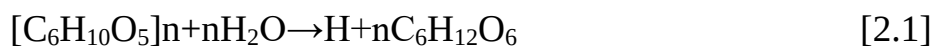
2.3. Стійкість текстильних волокон до дії агресивного виробничого середовища

У хімічній, фармацевтичній, нафтопереробній та суміжних галузях виробництва текстильні матеріали, що використовуються для пошиття спеціального одягу, піддаються впливу агресивних середовищ. До таких середовищ належать концентровані кислоти (сірчана, хлоридна, азотна), луги (натрій гідроксид, аміак), розчинники, а також підвищені температури, волога, пари та механічні навантаження. Ці фактори здатні істотно змінювати фізико-механічні, хімічні та експлуатаційні властивості текстильних волокон, що, у свою чергу, може спричинити втрату захисних функцій спецодягу, його передчасний знос або аварійні ситуації.

1. Хімічна деградація волокон

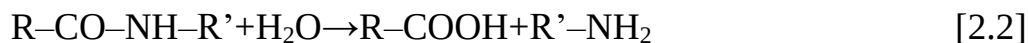
Основна небезпека агресивного середовища – руйнування полімерного ланцюга волокон, що може мати гідролітичну, окисдазивну або кислотну природу. При дії кислот або лугів відбувається гідроліз хімічних зв'язків макромолекул:

1. Гідроліз целюлози (бавовна, віскоза):



→ розщеплення до глюкози, втрата міцності.

Деструкція поліамідів (нейлон, капрон):



→ розрив амідного зв'язку, що викликає втрату структурної цілісності.

2. Зміна фізико-механічних властивостей

Під дією агресивного середовища спостерігається зниження таких показників:

а) Міцність на розрив (σ) вимірюється за формулою:

$$\sigma = F/A \quad [2.3]$$

де F – руйнівне навантаження, A – площа перерізу зразка.

Після обробки кислотами чи лугами величина σ може знизитись на 30–70%.

Подовження при розриві

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \times 100\% \quad [2.4]$$

де ΔL – зміна довжини, L_0 – початкова довжина.

Погіршення еластичності часто спостерігається у поліефірів та поліамідів.

Стійкість до стирання та тертя

Руйнування поверхні ниток прискорюється за рахунок мікрокреків та втрати поверхневої гідрофобності.

Таблиця 2.4

Хімічна стійкість основних груп волокон

Тип волокна	Стійкість до кислот	Стійкість до лугів	Особливості деградації
Бавовна, льон	Низька	Висока	Гідроліз целюлози в кислому середовищі

Тип волокна	Стійкість до кислот	Стійкість до лугів	Особливості деградації
Віскоза	Низька	Середня	Руйнується в обох середовищах
Поліестер (PES)	Висока	Середня	Термостійкий, але піддається лужному розщепленню
Поліамід (РА)	Середня	Низька	Руйнується в лугах (гідроліз амідів)
Поліпропілен (PP)	Висока	Висока	Хімічно інертний, не поглинає вологу
Фторполімери (PTFE)	Дуже висока	Дуже висока	Найбільш стійкий матеріал

Після дії хімічного середовища залишкові властивості оцінюють за допомогою коефіцієнта збереження міцності:

$$K = \sigma_{\text{після}} / \sigma_{\text{до}} \times 100\% \quad [2.5]$$

де: $\sigma_{\text{до}}$ — міцність до обробки; $\sigma_{\text{після}}$ — міцність після дії хімікату.

Отже, для поліаміду після 10-хвилинної дії 20% розчину NaOH:

$$K = 150 \text{ МПа} / 250 \text{ МПа} \times 100\% = 60\%, \quad [2.6]$$

тобто зниження міцності на 40%.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Матеріали для виготовлення захисного одягу в умовах хімічної небезпеки повинні відповідати низці обов'язкових вимог: хімічна стійкість до конкретних речовин (кислот, лугів, органічних розчинників), механічна міцність, низьке вологопоглинання, стійкість до стирання, зберігання захисних властивостей у динамічних умовах експлуатації. Важливими також є гігієнічні властивості — повітропроникність, біостійкість, гіпоалергенність — що забезпечують ергономіку та комфорт при носінні.

2. Спеціальні матеріали для хімічного захисту класифікуються за типом волокон (натуральні, хімічні, синтетичні), структурою (ткані, неткані, ламіновані), а також за способом захисної дії (бар'єрні, сорбційні, інертні). Найбільш ефективними в умовах агресивного середовища є комбіновані матеріали, що поєднують хімічно стійкі волокна (наприклад, поліетилен, поліпропілен, арамід) з полімерними плівками або мембранами (PTFE, PVC, PU).

3. Сучасні матеріали, що застосовуються для хімічного захисту, мають багат шарову структуру, яка дозволяє поєднувати бар'єрні властивості з високою зносостійкістю. Зокрема, матеріали типу Tychem®, ChemMAX®, ProShield® поєднують поліолефінові основи з фторполімерними або поліетиленовими покриттями, забезпечуючи тривалий захист від широкого спектру агресивних речовин.

4. Дослідження показують, що натуральні волокна (бавовна, льон) є чутливими до кислотного та лужного гідролізу, тоді як синтетичні волокна, зокрема поліестер, поліпропілен, фторполімери, виявляють високу хімічну стійкість. Поліамідні волокна мають помірну стійкість до кислот, але схильні до руйнування в лужному середовищі. Найвищу стабільність демонструють PTFE, араміди, а також спеціальні модифіковані поліетилені.

5. Фізико-механічні характеристики матеріалів для спецодягу залежать від концентрації агресивної речовини, тривалості впливу та температури. Зниження міцності, еластичності та стирання волокон прямо пропорційне ступеню

агресивності середовища. Саме тому важливо проводити тестування матеріалів відповідно до міжнародних стандартів (ISO 6529, EN 14325), що визначають їхню залишкову захисну ефективність.

6. Для забезпечення ефективного хімічного захисту необхідно обирати матеріали з урахуванням специфіки впливу шкідливих речовин на робочому місці, оцінювати їх хімічну стійкість, а також сумісність із іншими елементами захисного спорядження. При проектуванні ергономічного захисного одягу слід надавати перевагу матеріалам, що поєднують високі захисні, гігієнічні та механічні характеристики.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Передумови розробки конструкції захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння

Розробка конструкції захисного костюму є важливим етапом проектування, що поєднує вимоги охорони праці, ергономіки, технології матеріалів і функціонального дизайну. Захисний костюм повинен забезпечувати надійний бар'єр проти агресивного хімічного середовища (газів, парів, бризок кислот і лугів), одночасно зберігаючи свободу рухів, комфорт і зручність під час тривалого носіння.

1. Функціональне призначення та загальні вимоги до конструкції

Захисний костюм повинен:

- унеможлилювати проникнення небезпечних речовин (кислоти, луги, токсичні пари) через шви, застібки та манжети;
- покривати максимально можливу площу тіла;
- бути сумісним із засобами індивідуального захисту органів дихання, очей і рук (протигази, респіратори, окуляри, рукавички);
- мати конструктивні елементи, що полегшують одягання/знямання без контакту з забрудненими зовнішніми поверхнями;
- відповідати вимогам ДСТУ EN 14605:2017, ISO 16602, EN 943 тощо.

2. Конструктивні елементи костюму

Основні елементи:

- Комбінезон або комплект (куртка + штани): найбільш поширена форма конструкції;
- Капюшон: цілісний, з еластичним або герметичним обтискачем, сумісний із ЗІЗОД;
- Манжети: подвійні, з внутрішніми ущільнювачами або прокладками для герметизації з рукавичками;
- Застібка-блискавка: прикрита зовнішнім і внутрішнім клапаном із термозварюванням або липучками;

- Нижній край штанин: із внутрішніми еластичними стрічками або фіксаторами для щільного прилягання до взуття;
- Шви: герметизовані (проклеєні термострічкою або зварені високочастотним способом).

3. Матеріали конструкції

- Зовнішній шар: тканини з полімерним покриттям (наприклад, полівінілхлорид, поліетилен високої щільності, PTFE), які забезпечують хімічну стійкість.

- Внутрішній шар (опціонально): неткані волокнисті матеріали або вологовідвідні підкладки для підвищення комфорту.

- Посилення: в ділянках підвищеного зношування (коліна, лікті, плечі) застосовуються додаткові прокладки.

4. Ергономіка та комфорт

- Костюм має забезпечувати достатню рухливість оператора під час виконання робіт (врахування біомеханіки тіла).
- Вентиляційні клапани або спеціальні дихаючі зони можуть бути реалізовані в умовах зниженої хімічної небезпеки.
- Враховується терморегуляція (для роботи в гарячих зонах можливе включення спеціальних охолоджувальних вставок).
- Конструкція повинна забезпечити швидке скидання костюма в екстреній ситуації.

5. Технологія виготовлення конструкції

- Розкрій здійснюється з урахуванням напрямку нитки основи/полотна, мінімізації кількості швів у критичних зонах.
- З'єднання деталей виконується термозварюванням або ультразвуковим зварюванням, або проклеюванням із використанням хімічно стійких швів.
- Фінішна обробка: контроль герметичності швів, випробування під тиском або методом барвника.

6. Особливості підбору розмірів і стандартизація

- Конструкція повинна враховувати розмірну сітку згідно з ДСТУ ГОСТ

31399 або ISO 13688.

- Допускається універсальне регулювання розмірів (внутрішні фіксатори, застібки) для багаторазового використання на змінному персоналі.
- Обов'язкове маркування із зазначенням типу захисту, розміру, стандартів відповідності, інструкцій з використання.

Отже, конструкція захисного костюму має ґрунтуватися на балансі між ефективним захистом від хімічних речовин та комфортом оператора під час тривалого носіння. Рациональний вибір матеріалів, типів з'єднань та функціональних елементів дозволяє створити спецодяг, що відповідає сучасним стандартам безпеки, ергономіки та сталого виробництва.

3.2. Вихідні дані для конструювання

На підставі вивчення умов праці, аналізу патентної та науково-технічної інформації, вимог до ІК для проведення робіт у закритих ємностях було розроблено його конструкторсько-технологічне рішення, виконане з хемостійкого матеріалу з полімерним покриттям.

В ході експериментів було доведено, що ефективний захист від впливу ОВПФ, а в конкретному випадку мінеральних кислот, лугів, солей на їх основі та аміаку, при роботах з очищення ємностей може бути досягнутий тільки за рахунок застосування ізолюючого костюма, виготовленого з хемостійкого матеріалу ІЗК з полімерним покриттям.

Костюм ізолюючий КІ – Е «Сатурн» для проведення робіт з очищення закритих ємностей являє собою комплект, що складається з комбінезона, спеціальних рукавиць і взуття (рис. 3.1).

Комбінезон прямого силуету зі зміщеною застібкою-лазом, що переходить на спинку, з капюшоном, вшитими рукавами з поглибленою проймою.

Передня частина комбінезона складається з двох частин без плечового шва, що переходить на спинку (рис. 3.1), забезпечуючи м'який перехід лаза по плечу.

Необхідність надійної герметизації конструкції виробу визначає вимоги до застібок і входних отворів ЗІЗ. Широке застосування знаходять герметизуючі підвертаються лази, а також герметичні пластмасові та металеві блискавки [19, 20].



Рис. 3.1. Спеціальний костюм для робіт з очищення ємкостей (вид костюма з боку переду): 1 – капюшон; 2 – обтюратор; 3 – лаз; 4 – ліктьові та наколінники; 5 – трипалі рукавиці; 6 – чоботи; 7 – герметичні панчохи

В ізолюючому костюмі зміщена застібка-лаз (рис. 3.1), яка з'єднується за

допомогою застібки «блискавка», повинна забезпечувати герметичність з'єднання. У зв'язку з відсутністю в нашій державі виробництва герметичних блискавок, використовується звичайна застібка «блискавка», перекрита за допомогою підкрутки, виготовленої з матеріалу з полімерним покриттям і забезпечує герметичність з'єднання лаза (рис. 3.2, 3.3). «Застібка-лаз» перекривається клапаном-планкою з оздоблювальною смугою контрастного кольору, яка в свою чергу кріпиться до комбінезона за допомогою текстильної застібки «велкро». Лаз знаходиться на лівій стороні передньої частини з переходом на спинку комбінезона.

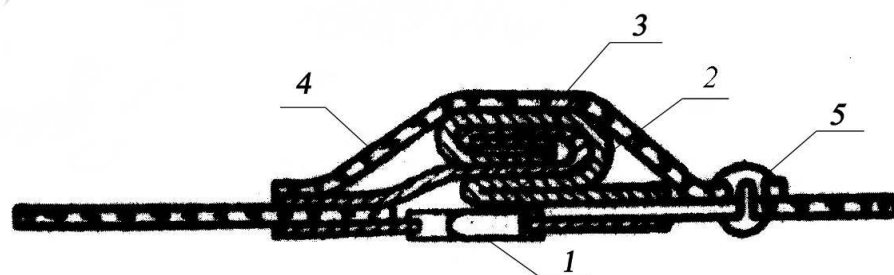


Рис. 3.2. Схема герметичного ((закритого) лаза: 1 – блискавка; 2 – манжета; 3 – текстильна застібка «велкро»; 4 – накладний клапан; 5 – кріплення клапана-планки

[21]

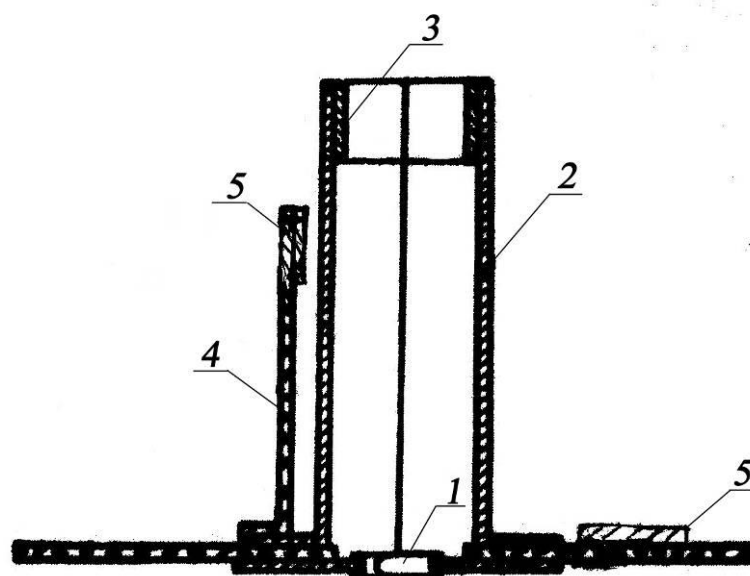


Рис. 3.3. Схема герметичного (відкритого) лаза: 1 – блискавка; 2 – манжета (підкрутка); 3 – текстильна застібка «велкро»; 4 – накладний клапан- планка; 5 – кріплення клапана-планки [21]

Спинка складається з трьох частин: верхня частина спинки (передня частина комбінезона переходить на спинку) і штанин (дві частини). В області лінії талії передбачений припуск на свободу руху при нахилі вперед, згідно з розрахунковими даними таблиці, що визначає динамічний приріст Капюшон складається з двох частин. Для щільного прилягання капюшона до лицьової частини застосований обтюратор, виготовлений з листової гуми (рис. 3.4). Щоб забезпечити щільне прилягання капюшона по всій голові, всередині нього знаходяться стяжки-фіксатори, виконані з основної тканини (еластошкіра-Т ІЗК) і еластичної стрічки. По лінії кріплення обтюлятора знаходиться оздоблювальна стрічка, яка перекриває з'єднання обтюлятора і капюшона.



Рис. 3.4. Фрагмент костюма спереду. Обтюратор лицьової частини капюшона



Рис. 3.5. Фрагмент костюма. Ліктюва амортизаційна накладка. Низ рукава з вклеєним кріпильним кільцем

Рукав втачний одношовний (рис. 3.1). Запропоноване конструкторське рішення вузла пройми-рукава з поглибленою проймою забезпечує необхідну амплітуду рухів рук. По рукаву, в області ліктя, знаходяться амортизаційні накладки, виконані з матеріалу верху (ІЗК) і закріплені на ділянках, найбільш схильних до удару і тертя відповідно до топографії впливу шкідливих факторів (рис. 3.5.). Низ рукава закріплений (приклеєний) на кільці з поглибленням по центру для кріплення рукавиць гумовими кільцями (рис. 3.5), забезпечуючи при цьому герметичність з'єднання.

Штани комбінезона прямого силуету. В області коліна знаходяться амортизаційні накладки, виконані з основного матеріалу ІЗК (рис. 3.1). Над областю коліна з виворітного боку штанин пришиті герметичні панчохи, виготовлені також з матеріалу з полімерним покриттям ПМБК-О (рис. 3.1), які забезпечують герметичний захист ніг і дають можливість заміни чобіт у разі їх пошкодження. Нижній зріз штанів оформлений швом підгинкою.

Запропоноване конструкторсько-технологічне рішення забезпечує рівень досягнутих захисних і естетичних властивостей виробу. Розроблений виріб виконаний відповідно до сучасної промислової технології повузлової обробки спеціального одягу і може бути реалізований промисловим способом з використанням сучасного обладнання [12, 13 і 14].

Надходження в організм газоподібних хімічних речовин різних концентрацій і особливо максимальних (концентрованих) через органи дихання становить найбільшу небезпеку, оскільки значна частина шкідливих хімічних речовин, що містяться у вдихуваному повітрі у вигляді дисперсної фази аерозолів, парів і газів, може затримуватися організмом.

Тому, навіть при мінімальному перевищенні гранично допустимих рівнів вмісту шкідливих хімічних речовин у повітрі робочої зони першорядне значення має застосування засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗ ОД). До основних факторів, що визначають вибір типу захисного дихального апарату для робіт у закритих ємностях, відносяться: характер і кількісний вміст шкідливих речовин (ШР) у вдихуваному повітрі; характер робіт, що проводяться; освітленість

робочого місця; вміст кисню в повітрі; характер приміщення.

В умовах роботи в закритих ємностях до ЗІЗ ОД висувають досить високі вимоги, оскільки необхідно забезпечити дуже високий ступінь захисту від попадання ВВ. Наше завдання полягає в тому, щоб забезпечити людей, які працюють в ємностях, надійними засобами захисту. Для цієї мети найбільш придатні ізолюючі дихальні апарати, такі як зі шланговою подачею повітря ПШ-1 і ПШ-2, повітряний ізолюючий шланговий апарат АВШ, а також ізолюючі апарати з автономним життєзабезпеченням, типу АСВ-2, АВХ та ін.

Підбір дихального апарату для робіт у закритих ємностях також залежить від форми і розміру люка (лазу), тобто людина з дихальним апаратом повинна як легко увійти в закриту ємність, так і легко вийти з неї (особливо в екстремальній ситуації). Вище перераховані ізолюючі дихальні апарати, як зі шланговою подачею повітря (АВШ), так і з автономним життєзабезпеченням (АСВ-2, АВХ), легко стикуються з розробленим ізолюючим костюмом. Для страхівки працівника, що працює в ємності, необхідно мати лямочний страхувальний пояс (рис. 3.6), на якому повинна кріпитися (з боку спинки ближче до плечової лінії) страхувальна мотузка (рис. 3.7). В екстремальній ситуації, коли працівник самостійно не може вийти з ємності, таке кріплення мотузки може забезпечити швидке транспортування працівника із закритої ємності головою вперед, а не інакше.



Рис. 3.6. Лямочний страхувальний пояс



Рис. 3.7. Кріплення страхувального мотузка

3.3. Розробка конструкції ізолюючого костюма

В результаті аналізу умов праці при очищенні ємностей від залишків ВВ і води, було встановлено, що суконний костюм, який видається згідно з «Табелем оснащення аварійними засобами ...» не відповідає основним захисним вимогам, таким як хімічна стійкість, динаміка при низьких температурах і надійність в експлуатації. Він має низький ступінь захисної ефективності. Виникла необхідність у розробці нових видів захисту – це ізолюючі костюми (ІК).

Процес розробки художньо-конструкторського рішення нових моделей одягу включає наступні етапи: вивчення та аналіз моделі, підбір відповідної базової основи конструкції, уточнення базової основи та перенесення на неї модельних особливостей, перевірка правильності розробки конструкції моделі з урахуванням її технологічної обробки, тобто виготовлення виробу в цілому [7, 9, 13-17,].

Матеріали з полімерним покриттям, що застосовуються для розробки та виготовлення ІК, викликають певні труднощі як при моделюванні, конструюванні та виготовленні, так і при їх експлуатації. Матеріали з полімерним покриттям мають ряд особливостей, які необхідно враховувати при моделюванні та конструюванні ІК, це: матеріали з полімерним покриттям виключають теплову обробку, тому отримати об'ємні форми можна тільки завдяки конструкції; не можна використовувати цілий ряд швів (розріз, врізку), фіксувати шов з'єднання можна тільки настрочуванням припусків швів або їх розстрочуванням; неможлива драпіруваність, зважаючи на значну жорсткість матеріалу [9, 19].

При створенні конструкції основ ІК з матеріалу з полімерним покриттям задану об'ємну форму отримують, застосовуючи різні виточки, вертикальні і горизонтальні розрізи певної конфігурації. Проте не рекомендується велика кількість швів, оскільки вони вимагають значних витрат часу на їх обробку, зокрема це стосується клейових герметичних швів. При конструюванні необхідно пам'ятати, що деталі виробу потрібно проектувати без посадки і відтяжки деталей (це вшивання рукава в пройму, капюшона в горловину та ін.).

Особливу увагу при розробці деталей ІК необхідно звернути на створення

об'ємної форми у верхній частині виробу, не порушуючи його посадку на опорну поверхню (лінію плеча) [18].

В даний час в швейній промисловості немає будь-якої системи конструювання ІК, що ускладнює розробку їх конструкцій і підготовку виробництва. Технічні розрахунки конструкції розробляються на основі розмірної типології [17, 18]. Суконний костюм, який використовується в даний час для робіт з очищення ємностей, не може бути аналогом конструкції ізолюючого костюма, тому для побудови базової основи ІК використана методика побудови ЦОТШЛ, а також рекомендації ЦНДІШП з конструювання спеціального одягу, технічні умови ТУ 17-08-216-84 «Основні параметри базових конструкцій спеціального одягу. Комбінезони чоловічі», ОСТ 17-325-86 «Типові фігури чоловіків. Розмірні ознаки для проектування одягу».

Розміри деталей одягу і довжину окремих конструктивних відрізків визначають відповідно до розмірних ознак або встановлюють розрахунковим способом на основі провідних розмірних ознак. Однак форма ІК не зовсім точно повторює форми поверхні тіла людини, вона тільки на опорних ділянках має відносно щільне прилягання [9, 18].

При конструюванні ІК необхідно врахувати свободу руху, дихання і створити повітряний прошарок для забезпечення шкірного дихання, регулювання теплообміну і для обсягу відпрацьованого повітря, яке через клапани скидання надлишкового тиску виходить в атмосферу. З цією метою передбачають технічні надбавки [19].

Основним припуском при конструюванні виробничого одягу є припуск на вільне облягання P_c , який можна розглядати як мінімально необхідний припуск на вільне облягання P_{min} плюс величина, що враховує динаміку руху $D_{рух}$.

$$P_c = P_{min} + D_{рух} \quad (3.1)$$

Величину мінімально необхідного припуску на свободу дихання і руху для ІК розраховують виходячи з максимальних змін розмірів тіла в динаміці. Нормальний

теплообмін, а також шкірне дихання, неможливі без наявності в одязі повітряного прошарку. В ізолюючих костюмах, виготовлених з матеріалів з полімерним покриттям, внаслідок відсутності повітропроникності і незначної деформації цих матеріалів загальну величину припуску на вільне облягання збільшують для підтримки нормального теплообміну [9, 11].

Конструкція ІК, їх маса і її розподіл по поверхні тіла не повинні викликати обмеження рухливості і працездатності людини, перешкоджати ефективному виконанню роботи, пересуванню працюючих і виходу з об'єкта в разі аварійної ситуації. Вибір конструкції ІК повинен проводитися з урахуванням особливостей умов праці, в яких передбачається їх використання, що дозволяє створити конструкцію, що забезпечує безпеку та гігієну праці і яка не повинна обмежувати рухи людини [17].

В результаті робочої діяльності людини змінюються деякі її фізичні розміри, що характеризується динамічними приростами величин окремих розмірних ознак, які впливають на конструкцію виробу в цілому. Ця особливість важлива при розробці конструкції ІК, які повинні забезпечувати не тільки захист від ВВ, але і зручність при роботі.

Згідно з умовами праці (приріст розмірних ознак залежно від робочих поз) і проведення робіт з очищення ємностей від залишків ВВ, ряд розмірних ознак: ширина спини – поза № 1 (корпус розташовується горизонтально з упором на лікті і коліна), максимальна величина приросту 8,7 см; довжина спини до талії – пози № 1 і № 4 (поза, перерахована вище, і поза повного нахилу тулуба вперед: голова нахилена вниз, ноги злегка зігнуті в колінному суглобі, руки опущені вниз) – максимальна величина приросту 5,8 см; висота плеча коса – поза № 8 (корпус нахилений вперед під кутом 300 до вертикалі, руки трохи зігнуті в ліктях і витягнуті вперед) – максимальна величина приросту 7,8 см; відстань від лінії талії до площини сидіння – пози № 1, 2, 4, 8, 10, 11 (зміни відстаней від талії до сідничної складки), максимальна величина приросту 9,0 см; відстань від лінії талії до коліна – пози № 1, 2, 4, 11 (зміни відстані від лінії талії до коліна), максимальна величина приросту 5,4 см та інше, мають значне збільшення параметрів, а, отже, частини

спеціального одягу, що прилягають до цих ділянок тіла, будуть відчувати найбільше розтягнення. В ході визначення характерних поз і рухів при роботі в закритих ємностях і частоти їх повторюваності виявлено 11 основних поз, які мають найбільший вплив на зміну відстаней по поверхні тіла працюючих між антропометричними точками і визначено відсоток їх повторюваності. Для аналізу характерних поз і рухів робітників, які чистять ємності, в ході попередніх спостережень методом виключення нехарактерних форм рухів для даної професії, були відібрані найбільш типові з них. При перевірочній фотографії робочого дня протягом трьох днів у трьох робітників були проведені уточнення достовірності попередніх спостережень. Вносилися корективи в результати попередніх спостережень. Тільки після коригування проводилася остаточна фотографія робочої зміни. Було виділено 11 найбільш характерних поз і рухів, які мають найбільший вплив на зміну відстаней по поверхні тіла працюючих між антропометричними точками. Основні, значні зміни величин приросту спостерігаються на ділянках спини, пройми і відстаней від лінії талії до лінії сидіння та інші, які перераховані вище. Вивчення характеру основних рухів дозволяє створити зручний ІК з точки зору правильного вибору і розподілу припуску на вільне облягання по ділянках спинки, пройми і переду, забезпечивши цим відповідність конструкції характеру роботи. Розрахунок конструкції ізолюючого костюма виконаний розміром 104-108 см, зростом 176-182 см і представлений на рис. 3.8, рис. 3.9.

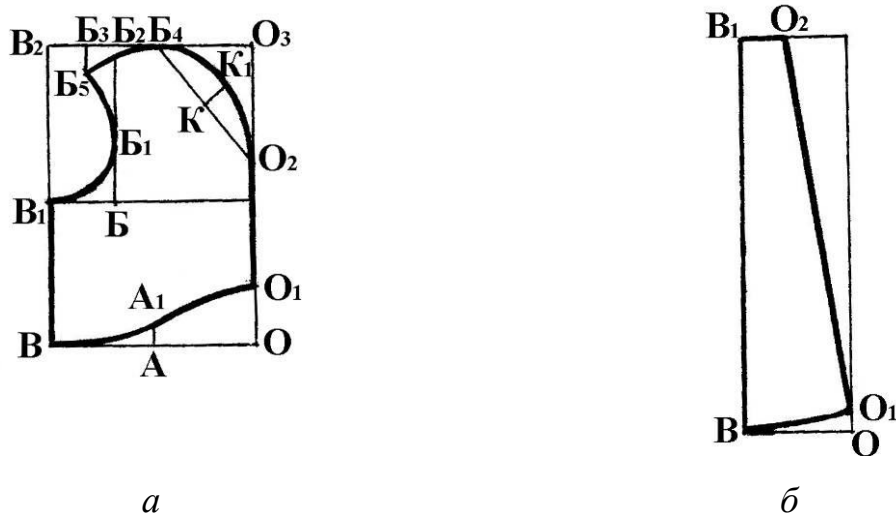


Рис. 3.8. Конструкція капюшона: *а* – боковая часть капюшона; *б* – середняя часть капюшона

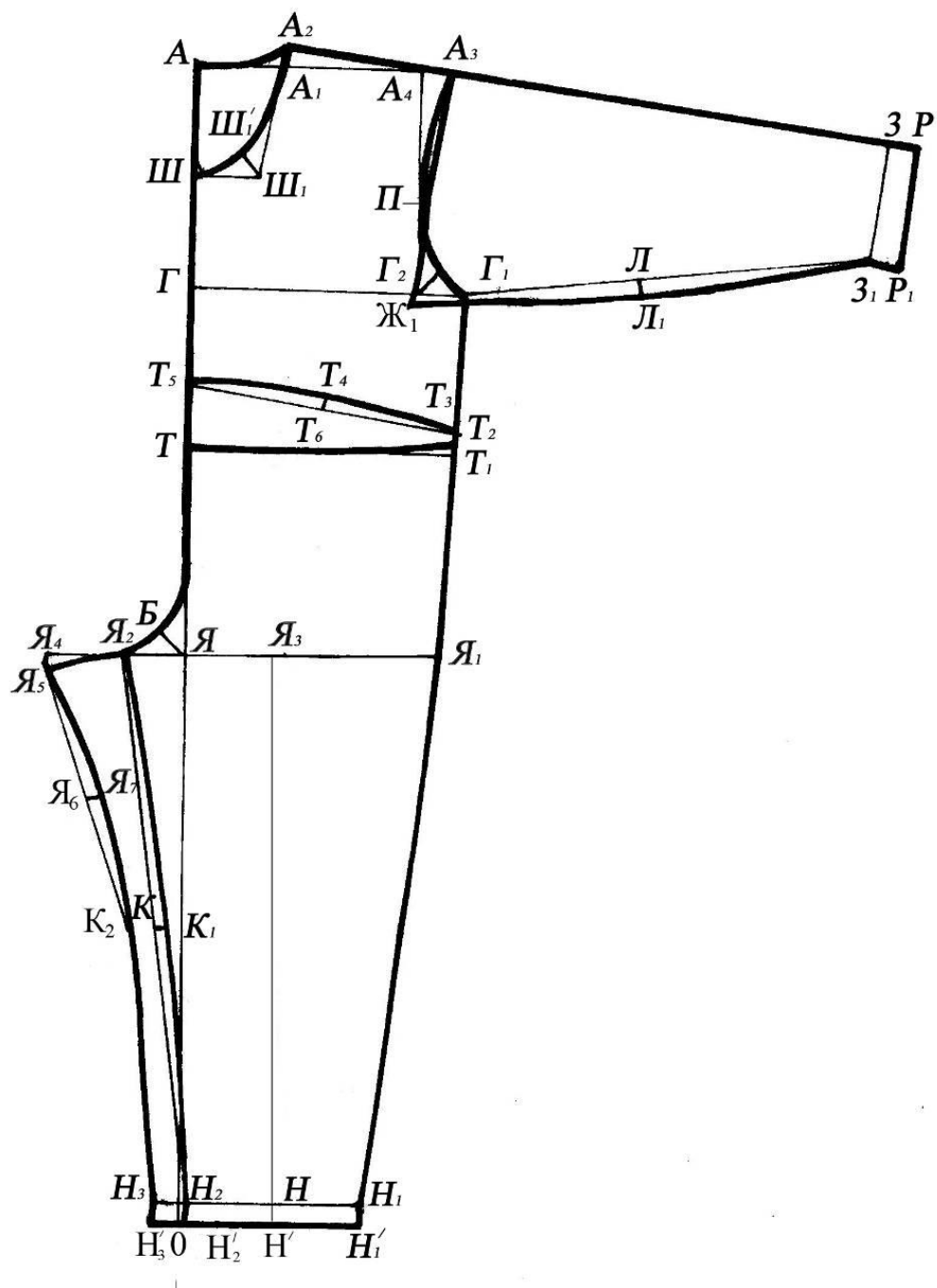


Рис. 3.9. Конструкція комбінезона: пілочка, спинка, рукав

Таким чином, ІК тільки в тому випадку відповідатимуть своєму призначенню, якщо при конструюванні будуть правильно враховані умови праці.

3.4. Розробка конструкції ударозахисних накладок

Аналіз умов праці показав, що в процесі очищення закритих ємностей кількість найбільш характерних рухів дорівнює 11, які енергетично відрізняються

між собою (розділ 1). Критерієм оцінки робочих рухів були обрані їх динамічність, частота повторень і час застосування для виконання технологічних операцій. Однак, при проведенні спостережень і опитування, робітники вказували не тільки на енергетично напружені пози, але і такі, які викликають больові відчуття. Так, багаторічна практика показує, що до найбільш часто застосовуваних поз всередині ємності відносяться такі як поза № 1 і № 3. На виконання технологічних операцій у зазначених положеннях необхідно сумарно витратити 512 с, що становить 28,5 % від одноразового перебування (1800 с) слюсаря-апаратника всередині об'єкта. Засоби індивідуального захисту, що застосовуються в даний час для даної категорії робітників, не здатні створювати комфортний стан колінно-ліктьовим частинам тіла через відсутність в їх конструкції локальних елементів (накладок), що захищають від ударного контакту з шорсткою, рельєфною або твердою поверхнею. Тому, розробляючи конструкцію ІЗ, необхідно було передбачити її особливості, що дають можливість виготовляти вироби із заданими, в тому числі і ударозахисними властивостями.

Аналогічні проблеми протягом тривалого часу вирішувалися фахівцями МакНДІ (м. Макіївка), суть яких полягала у фізіолого-гігієнічному обґрунтуванні раціональних ЗІЗ шахтарів від механічних впливів. На підставі проведених досліджень автори роботи [11] запропонували шість зон людського організму, найбільш чутливих до механічного впливу, а також визначили, що гранично-допустимі величини ударних навантажень на організм слід розуміти не як шкідливий, а небезпечний фактор. Крім того, була розроблена концепція порогової чутливості від удару в залежності від зон і запропоновано використання пом'якшуючих його енергію накладок в ЗІЗ шахтарів. Так, черепна область голови, передньо-внутрішня поверхня гомілки, а також поверхня колінного і поверхня ліктьового суглобів віднесені до першої, тобто найбільш ударно-чутливої зони, оскільки товщина м'яких покривних тканин (шкіра, шар фасції) становить всього 4 - 7 мм [17].

Біохімічні основи проєктування спеціального одягу для захисту від механічних впливів розглянуті в роботі [11], автори якої, посилаючись на наукові

праці [11], відтворюють схему розрахунку напруги G в м'яких тканинах тіла людини, захищених амортизаційною прокладкою (рис. 3.10).

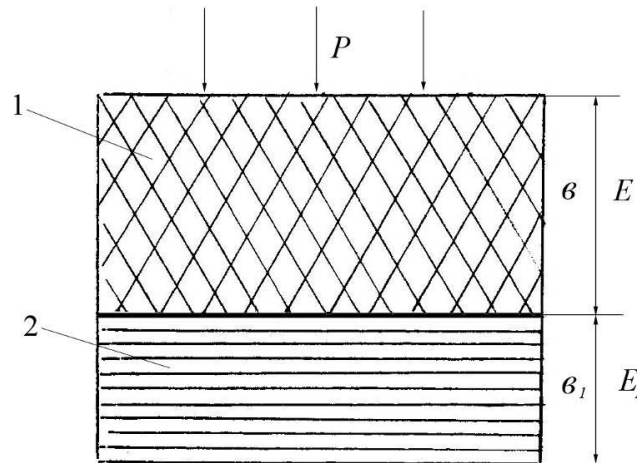


Рис. 3.10. Схема розрахунку ударозахисної прокладки 1 товщиною b і модулем пружності E для шкірно-м'язової тканини 2, товщиною b_1 і модулем пружності E_1 при впливі навантаження P [18]

Запропонована схема складається з двох ізотропних пружно деформованих тіл: 1 – амортизаційна прокладка, товщиною b з модулем пружності E ; 2 – шар шкірно-м'язової тканини, товщиною b_1 при модулі її пружності E_1 .

Застосовуючи закон мінімуму потенційної енергії деформації механічної системи [13], авторами роботи [18] отримано вираз, що визначає залежність напруги G в м'яких тканинах тіла людини від характеристики і параметрів прокладки, а також навантаження P :

$$G = \frac{0,0055P}{\sqrt{b_1 \left(\frac{b_1}{E_1} + \frac{b}{E} \right)}} \quad (3.2)$$

Проведені розрахунки та аналіз численних дослідницьких робіт, присвячених вивченню механічних властивостей м'яких тканин тіла людини, показали, що в якості вихідних даних при обґрунтуванні ударозахисної прокладки значення модуля пружності E_1 може дорівнювати 50 кПа ($5 \cdot 10^4$ Па). Гранично допустиме напруження G в м'яких тканинах тіла людини становить 1,33 кПа (1330 Па) [12].

Раніше було повідомлено, що залежно від рівня чутливості м'яких тканин до миттєвого механічного навантаження (тобто удару), тіло людини поділено на шість зон, перша з яких (а до неї належить і колінно-ліктьовий суглоб) є найбільш травмонебезпечною. Тому, використовуючи формулу (3.2) і дані, рекомендовані літературою [12], нами були побудовані графічні залежності між ударним навантаженням P і модулем пружності E захисної прокладки різної товщини.

Аналіз отриманих результатів показав, що збільшення товщини b амортизаційної прокладки при постійному значенні модуля пружності E призводить до підвищення її ударозахисної здатності. Однак, надмірне значення модуля пружності, величина навантаження P , захист від якого повинна забезпечувати амортизаційна прокладка, різко зменшується (рис. 5.9). Так, при товщині проби матеріалу, що дорівнює 0,005 м, і модулі його пружності 5 кПа, можливий захист колінних і ліктьових суглобів при навантаженні 28,5 кПа. Якщо товщину прокладки збільшити до 0,015 м, то вона забезпечує захист від навантаження в 50 кПа (рис. 3.11, 1; 5.9, 2).

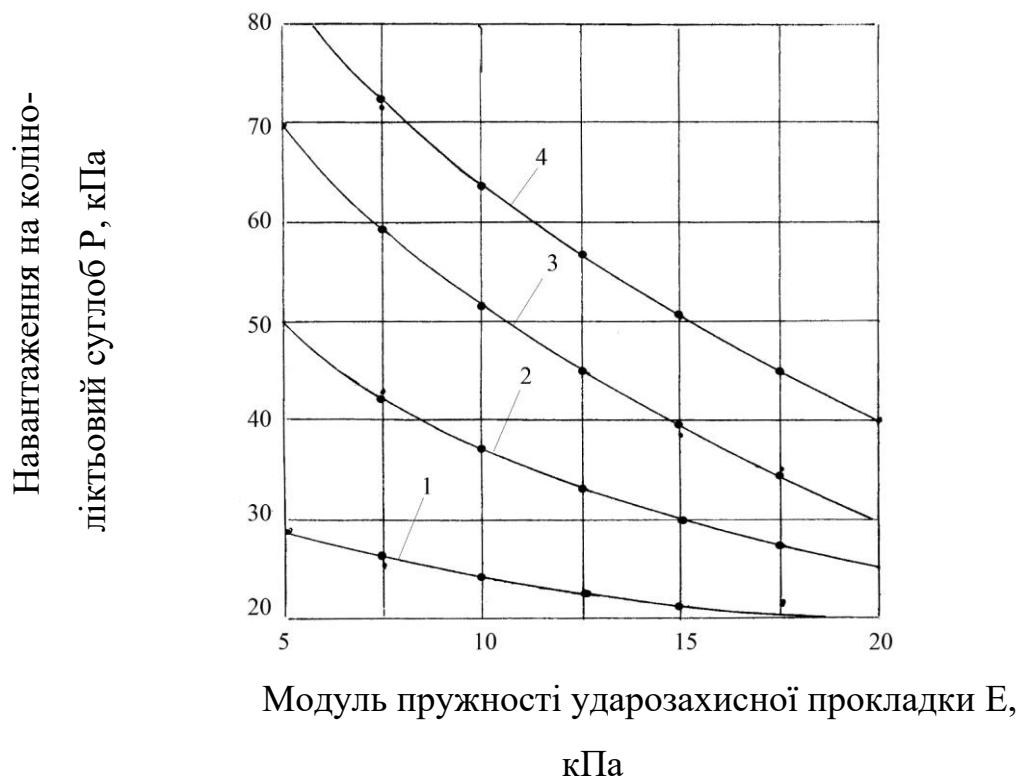


Рис. 3.11. Залежність між навантаженням P на колінно-ліктьовий суглоб і модулем пружності E ударозахисної прокладки наступної товщини b : 1 – 0,005 м; 2 – 0,015 м; 3 – 0,02 м; 4 – 0,035 м

Що стосується модуля пружності E , то його збільшення, наприклад, до 10 кПа забезпечує захист у першому випадку від навантаження в 24 кПа (рис. 5.9, 1), а в другому – від навантаження, рівного всього 37 кПа (рис. 5.9, 2).

Аналогічні закономірності були отримані і тоді, коли товщина амортизаційного матеріалу збільшувалася від 0,02 м до 0,035 (рис. 5.9, 3 і рис. 5.9, 4). Крім того, слід зазначити, що товщина прокладки при конкретному значенні модуля пружності матеріалу не вирішує питань ефективного захисту від ударного навантаження. Так, при товщині, наприклад, 0,015 м і модулі пружності 15 кПа, прокладка забезпечує захист від розподіленого ударного навантаження, що дорівнює 30 кПа (рис. 5.9, 2), а при товщині 0,035 м – захист від впливу тільки 50,5 кПа (рис. 5.9, 4), тобто збільшення товщини проби на 133,4 %, сприяє поліпшенню захисної ефективності всього на 68,4 %.

Таким чином, попередньо проведені експерименти та їх аналіз показують, що метод вибору ефективної ударозахисної прокладки для колінних і ліктьових суглобів необхідно вдосконалити з урахуванням фізико-механічних, геометричних і структурно-морфологічних характеристик сучасних матеріалів, а також конструкторсько-технологічних особливостей їх виготовлення.

З урахуванням цього, нами були проведені додаткові експериментальні дослідження, основне завдання яких полягало в обґрунтуванні амортизаційного матеріалу з певними показниками модуля пружності при простому стисненні і товщини, необхідних для виготовлення ударозахисної прокладки. Відомо [15], що у матеріалів різного походження деформація складається з оборотної, що зникає після припинення дії сил, і необоротної, що залишається після їх впливу.

Оборотна деформація, в основному, вважається пружною і критерієм її

оцінки є коефіцієнт пропорційності між деформацією і напругою, що описуються законом Гука за формулою:

$$G = Ed, \quad (3.3)$$

где G – напруга, н/м²;

E – модуль пружності або модуль Юнга, Па; d – деформація (поздовжня або поперечна).

Якщо врахувати, що

$$G = G = \frac{P}{S}, \quad (3.4)$$

де P – навантаження, а S – площа поперечного перерізу проби, то

$$E = \frac{P}{S \cdot d} \quad (5.5)$$

Оскільки відношення в теорії пружності характеризує жорсткість досліджуваного матеріалу, то модуль пружності по суті являє собою модуль відносної жорсткості, тобто власне жорсткість, віднесена до площі перетину зразка. Тому дослідження зводиться до того, щоб при заданому навантаженні на колінно-ліктьовий суглоб обґрунтувати не тільки товщину матеріалу для ударозахисної прокладки, але і модуль його пружності при стисненні.

На відміну від концепції, розглянутої в роботі [11], сутність якої полягає у встановленні інтенсивності розподілу ударного навантаження P великої частоти і тривалих ударних впливів при динамічних умовах експлуатації, вимірюваної потужністю на площу, тобто Вт/м², нами запропоновано інший, більш раціональний підхід до вирішення зазначеної проблеми.

Так, з урахуванням аналізу умов праці, слюсар-апаратник, працюючи в закритій ємності і займаючи позу № 1 або № 3 навантажує колінно-ліктьовий суглоб тільки масою свого тіла, наприклад 785 Н (80 кгс). Зазначене навантаження має статистичний характер і, природно, може розподілятися на колінно-ліктьові суглоби залежно від даної пози, тобто бути мінімальним на кожен суглоб при позі № 1 і максимальним при позі № 3, яка була взята для розрахунку товщини і модуля пружності при стисненні ударозахисної прокладки. Крім того, при проведенні експериментів було прийнято, що середня площа м'якого тканинного покриття колінного суглоба, яку необхідно було захищати, становить близько 190 см² (0,019 м²). Навантаження на одиницю зазначеної площі при цьому становить 4,13 Н/см² (або 41316 Н/м²).

Надалі, на підставі власних досліджень і аналізу результатів робіт [16-18], було підтверджено, що необхідна захисна ефективність амортизаційної прокладки зростає зі збільшенням її товщини, в при одночасному зменшенні модуля пружності

Е матеріалу в процесі його стиснення. Якщо така умова виконується, то рівень захисної здатності прокладки може бути охарактеризований показником комфортності K [17],

$$K = b/E \quad (3.6)$$

Критерієм оцінки показника комфортності згідно з формулою (5.6) є відношення м/Па, числове значення якого неоднозначне і залежить в першу чергу від тієї зони області тіла людини, яку необхідно захищати. Так, наприклад, для захисту ділянок поверхні, що входять до третьої зони (а це лицьова область голови, нижній і середній відділи передпліччя, долонна частина кисті), необхідно, щоб показник комфортності K амортизаційної прокладки був рівний $4 \cdot 10^{-5}$ м/Па, а для захисту вже охарактеризованої першої зони – від $5 \cdot 10^{-5}$ м/Па до $6 \cdot 10^{-5}$ м/Па [17]. На підставі проведеного аналізу, нами були проведені експерименти із застосуванням таких матеріалів як картон, підошова гума, технічний поролон і радіаційно спінений поліетилен. Аналіз результатів досліджень показав, що найбільшим значенням модуля пружності при стисненні володіє підошова гума (5110 Па), на другому місці стоїть картон (2047 Па), а третє і четверте місце займають технічні поролони (510 Па і 1008 Па відповідно), що застосовуються при виготовленні спеціальних костюмів для підводників.

Вивчаючи залежність показника комфортності від товщини зазначених матеріалів було відзначено, що проби з технічного поролону ($E = 1008$ Па), картону ($E = 2047$ Па) і підошовної гуми ($E = 5110$ Па) не можуть бути застосовані для виготовлення ударозахисної прокладки, оскільки її значення, а саме $5 \cdot 10^{-5}$ м/Па – $6 \cdot 10^{-5}$ м/Па не досягається (рис. 5. 10, 2, 3 і 4). Що стосується технічного поролону, модуль пружності якого дорівнює 510 Па, то збільшення товщини проби, наприклад, від 5 мм до 25 мм призводить до підвищення показника комфортності від $1 \cdot 10^{-5}$ м/Па до $5 \cdot 10^{-5}$ м/Па, а товщина матеріалу, що дорівнює 30 мм, дає можливість досягти необхідної комфортності, тобто $6 \cdot 10^{-5}$ м/Па (рис. 3.12, 1).

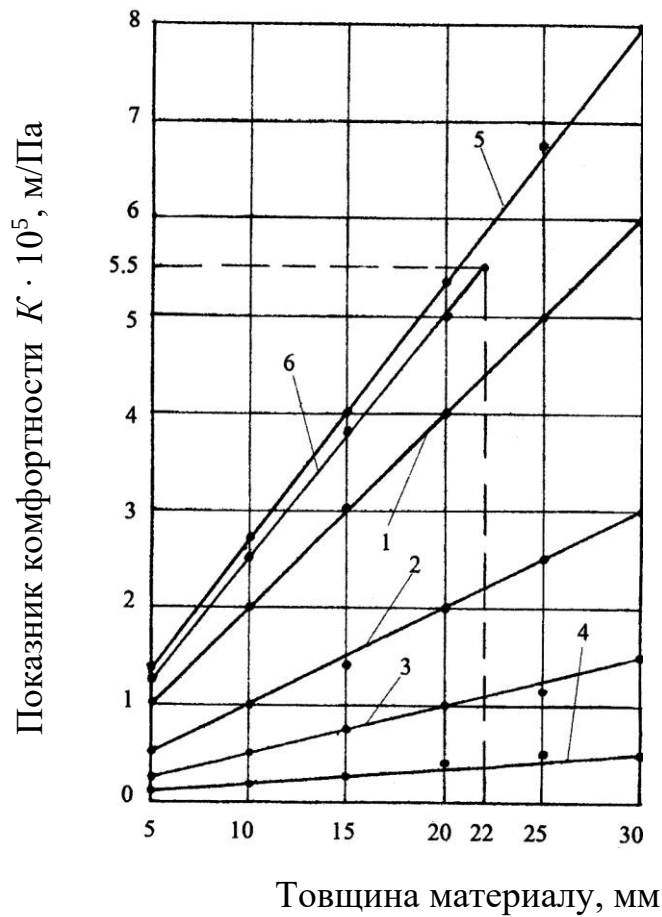


Рис. 3.12. Залежність показника комфортності від товщини матеріалу для ударозахисної прокладки при наступних значеннях модуля пружності: 1 – 510 Па; 2 – 1008 Па; 3 – 2047 Па; 4 – 5110 Па; 5 – 366,7 Па; 6 – 401,4 Па

Однак, в процесі виготовлення ударозахисної прокладки для колінного і ліктьового суглобів, були відзначені труднощі технологічного характеру, пов'язані з товщиною зазначеного матеріалу і технічними параметрами швейної машини. Тому було прийнято рішення провести аналогічні випробування зразків матеріалу на основі радіаційно-спіненого поліетилену марки 108-58 БП. Модуль пружності при стисненні зазначеного матеріалу становить 366,7 Па, тобто найменший у порівнянні з уже дослідженими зразками.

У зв'язку з цим, показник комфортності, наприклад, при товщині проби в 15 мм дорівнює $4 \cdot 10^{-5}$ м/Па, а при товщині 22,5 мм, його значення досягає необхідної величини – $6 \cdot 10^{-5}$ м/Па (рис. 5.10, 5). Крім того, при збільшенні товщини до 30 мм, показник комфортності може досягати значення $8 \cdot 10^{-5}$ м/Па, що більше від

рекомендованого на $2 \cdot 10^{-5}$ м/Па (рис. 3.12, 5). Однак, при проведенні експериментів було відзначено, що після тривалого навантаження (маса вантажу 785 Н протягом 30 хвилин) проби зазначеного матеріалу набувають так звану деформацію течії, яка призводить до зменшення їх товщини, а, отже, і до зниження показника комфортності К. Але оскільки радіаційно спінений поліетилен є матеріалом із закритими порами, в яких укладено повітря, то з плином незначного проміжку часу товщина проб (після зняття деформації) відновлюється до вихідних значень. Тому, завдяки зазначеним властивостям спіненого поліетилену (наявність закритих пор з герметично укладеним в них повітрям), було прийнято рішення виготовляти амортизаційні накладки не у вигляді вільно розташованих прямокутних пластин, а попередньо напружених по довжині, тобто дугоподібних (рис. 3.13).

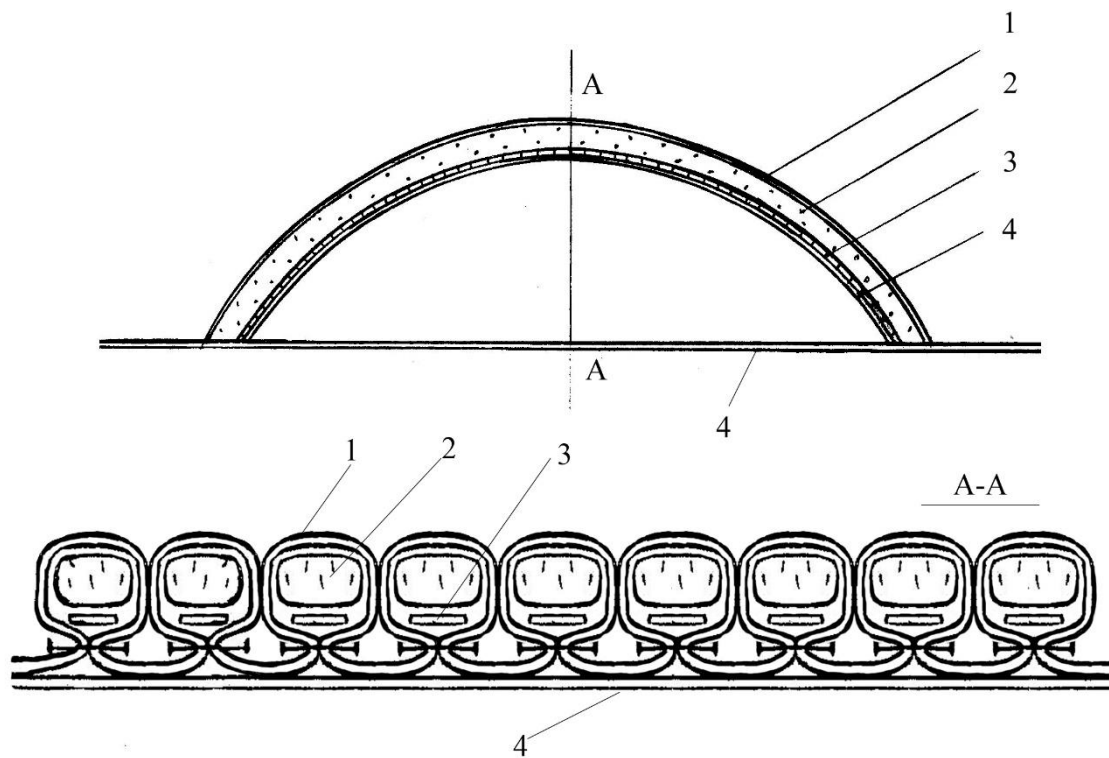


Рис. 3.13. Схема ударозахисної накладки для колінно-ліктьових суглобів, складається з: 1, 4 – еластошкіри-Т; 2 – ударопоглинаючий елемент; 3 – еластична стрічка

Вивчення зразків, виготовлених у вигляді сегментів, показало, що модуль пружності при стисненні збільшився від 366,7 Па до 401,4 Па (на 9,5 %), товщина

матеріалу стала фіксованою і дорівнювала 22 мм, а показник комфортності знаходився в межах шуканого значення – $5,5 \cdot 10^{-5}$ м/Па (рис. 3.12, 6).

Таким чином, результати проведених досліджень показують, що застосовуючи радіаційно спінений поліетилен марки 108-58 БП у вигляді попередньо напружених сегментів квадратного профілю зі стороною квадрата, що дорівнює 22 мм, є реальна можливість виготовляти ударозахисні накладки. Накладки для колінних і ліктьових суглобів виготовляються з основного матеріалу з полімерним покриттям – еластошкіри-Т ІЗК і настрочуються на рукав в області ліктя і на штани в області коліна. Накладки приводяться в напружений стан за допомогою еластичної стрічки. Розроблені та виготовлені ударозахисні накладки слід вважати однією з основних деталей ІК для апаратників і робітників-слюсарів з підготовки та очищення закритих ємностей (рис. 3.13).

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Вибір методів обробки

Використання ІК для очищення ємностей відбувається в складних умовах, отже, на костюми та з'єднання їх деталей діють різні фактори, які певною мірою впливають на скріплювальні елементи з'єднувальних швів, що в кінцевому підсумку призводить до їх руйнування. Фактори, що впливають на з'єднання, різні за своєю природою. Одні призводять до механічного руйнування, інші до старіння, треті розчиняють скріплювальні елементи тощо, це – пилинки, що потрапляють в вузли з'єднувальних строчок (знос, старіння), вплив теплових факторів (старіння і зміна структури полімеру швейної нитки, клею в клейовому з'єднанні), вплив на з'єднання деталей хімічних речовин (кислот, лугів, аміаку та ін.).

У разі контакту з рідкими хімічними реагентами необхідно герметизувати з'єднувальні шви клейовим способом або зварюванням, якщо матеріали термопластичні.

Основні показники з'єднань деталей виробів різноманітні, це: міцність (опір розриву), зносостійкість, еластичність, опір стягуванню і посадці шва, зовнішній вигляд строчки і шва, нерозпускання, водонепроникність, теплостійкість, герметичність, стійкість до дії образного пилу, кислото- і лугостійкість, нафто- і маслостійкість [11-14]. У процесі виготовлення та використання костюмів ізолюючого типу, шви піддаються механічним і фізико-механічним впливам. Ниткові шви повинні витримувати статичні та динамічні зусилля, що виникають при використанні костюмів. При носінні костюмів шви піддаються тертя і фізико-хімічним впливам вологи, поту, змінних температур і хімічних речовин. Шви в костюмах працюють на розтягнення, стирання і вигин. Розтягнення шва може бути в поперечному або поздовжньому напрямку до нього або багаторазовому навантаженні. Відповідно до цього міцність швів характеризується наступними показниками: максимальне навантаження при розтягуванні в поперечному напрямку шва, подовження шва при розриві в поздовжньому напрямку, витривалість шва при

багаторазовому розтягуванні в поперечному і поздовжньому напрямку [13]. Міцність швів у поперечному напрямку залежить від міцності ниток, частоти і виду стібків, а також від щільності і товщини матеріалу.

Підготовка (розбирання) і розкрій матеріалу з полімерним покриттям має істотний ряд відмінностей від підготовки і розкрою тканих матеріалів [11, 15]. Оскільки вимоги до надійності ІК дуже високі і якості матеріалу надається особливе значення, то розкрій деталей ІК необхідно проводити як одинарного виробу, тобто одинарним настилом. Обмелювання лекал слід проводити по виворітній стороні матеріалу олівцем, враховуючи розбраковані його ділянки [20].

При виготовленні ізолюючого костюма, тобто його повузлової обробки, також необхідно враховувати і характерну властивість матеріалу з полімерним покриттям – не відновлювати своєї структури після проколу голкою, особливо це помітно після видалення ниток зі шва.

Крім того, для виготовлення ІК необхідно правильно підібрати швейне обладнання з мінімальною посадкою матеріалу при сточуванні.

Для сточування деталей костюма обрана голка № 130, нитки поліпропіленові при кроці стібка, рівному 3 мм. Для виготовлення ІК обрано найбільш поширений спосіб – комбінований метод з'єднання деталей, тобто нитко-клеювий, оскільки він, хоча і найтрудомісткіший, але найнадійніший за показниками міцності та герметичності. Шви, проклеєні спеціальною стрічкою, більш стійкі в носінні [12, 19, 26]. Стрічка для герметизації швів виготовлена на тканинній основі (міткаль, перкаль), покрита з обох сторін полімером того ж складу, що і для основного матеріалу. Для щільного прилягання до швів по опуклих формах (лінія пройми, лінія горловини, середній і кроковий шви) і щоб не утворювалися зморшки і складки, проклеювальну стрічку вирізають під кутом 45° до ниток основи.

Спосіб герметизації комбінованого шва полягає в наступному: нитковий шов знежирюють (протирають бензином), наносять перший шар клею, висушують до стану не прилипання, потім заново наносять шар клею і дають йому підсохнути, потім вже готову (попередньо промазану клеєм) проклеєчну стрічку прокладають по нитковому шву, механічним способом (валиком) щільно притискають до шва.

Основна строчка з'єднання повинна проходити по центру проклеєної стрічки. Проклеєний шов витримують для повної вулканізації клею протягом від 24 до 48 годин, після чого перевіряють якість приклеювання стрічки. Проклеєні шви повинні бути герметичними, еластичними і зносостійкими. Для герметизації швів в конкретному випадку використовується гумовий клей 4508. Він являє собою розчин гумової суміші в розчиннику (нефрас). У суміш полімеру входить не тільки вулканізуюча речовина (натуральний каучук смокед-шитс), а також сірка, альдоль і магnezія. Проклеювання швів гумовими клеями проводять у спеціальних приміщеннях з припливно-витяжною вентиляційною системою.

Для з'єднання деталей і вузлів ІК обрані основні та допоміжні шви з'єднання деталей з виробом застосовується: накладний шов із закритим зрізом, з подальшою його герметизацією (рис. 4.3) і накладний шов з відкритим зрізом і подальшою герметизацією; для з'єднання верхньої частини панчохи (з виворітного боку) подвійний пришивний шов з подальшою його герметизацією (рис. 4.4).

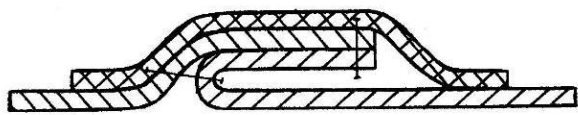


Рис.4.1. Зшивальний шов
запрасований

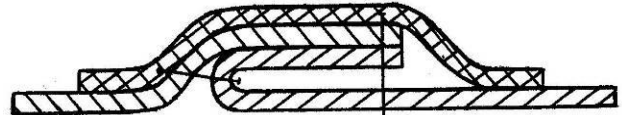


Рис. 4.2. Зшивальний шов
запрасований, скріплений по зрізах з
подальшим настрочуванням



Рис. 4.3. Накладний шов з відкритим
зрізом і його герметизація



Рис. 4.4. Накладний шов з відкритим
зрізом і його герметизація

Шов підгин з відкритим зрізом застосовується для обробки низу брюк (рис. 4.5). Всі з'єднувальні шви герметизовані проклеювальною стрічкою з боку вивороту виробу (рис. 4.6). Колір проклеювальної стрічки повинен бути того ж кольору, що і основний матеріал.

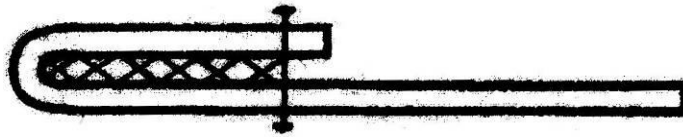


Рис. 4.5. Шов підгин з відкритим зрізом і попереднім проклеюванням

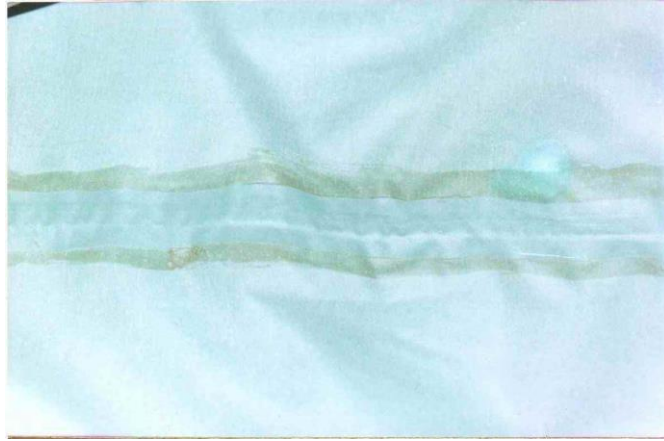


Рис. 4.6 загальний вид герметизації стачного шва

4.2. Технологічні особливості обробки захисного костюму для операторів хімічного устаткування в умовах ризику отруєння

Залежно від свого прямого призначення, а це повний захист працівника від забрудненого навколишнього середовища, ІК виготовляють з матеріалів з полімерним покриттям, з подальшою герметизацією швів з'єднання деталей виробу.

Особливості технології обробки ІК полягають у тому, що матеріал з полімерним покриттям має ряд технологічних труднощів, які пов'язані з особливими властивостями цих матеріалів.

Для забезпечення герметичності ІК вже при розробці його конструкції необхідно враховувати мінімальну кількість деталей крою, тобто швів з'єднання, для подальшої герметизації яких потрібні значні витрати часу на їх обробку. Чим менше швів з'єднання, тим менша ймовірність порушення герметичності з'єднань.

Підготовка (розбирання матеріалу) і сам розкрій матеріалу з полімерним покриттям має ряд відмінностей від підготовки і розкрою тканих матеріалів. Розкрій проводять настилами не більше 20. Якщо поверхня полімеру ковзаюча, можливі одинарні настили з обмелюванням деталей по виворітній стороні матеріалу.

При обробці ізолюючого костюма особливе значення має вибір швейного обладнання, це безсадочні швейні машини.

На підставі експериментального обґрунтування необхідності герметизації швів з'єднання деталей ІК, обрано номер голки 130, довжина стібка

3 мм і поліпропіленові нитки 60П (100% поліпропіленові волокна).

Для з'єднання деталей крою обрані основні шви – з'єднувальний «взаутюжку», скріплений по зрізах і з'єднувальний «взатюжку» з подальшим настрочуванням на матеріал верху, це збірка основних деталей виробу (бічні, середній, крокові шви) і настрочування (клапан-планка, настрочування герметичних панчо та ін.).

Для щільного прилягання капюшона по голові, з його виворітного боку в області середньої і бічної частини кріпляться фіксатори з подальшою герметизацією швів і їх з'єднання з капюшоном (рис. 4.7).

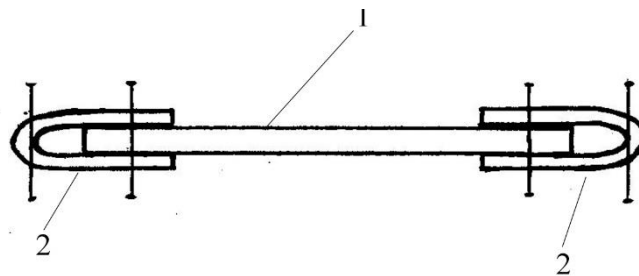


Рис. 4.7. Схема фіксатора капюшона: 1 – еластична стрічка;
2 – матеріал верху (ІЗК)

Для забезпечення герметизації кріплення рукавиць, нижній зріз рукава приклеюється до нарукавного кільця, за допомогою якого кріпляться хемостійкі рукавиці (рис. 4.8).

Для виготовлення герметичних панчо використано збіжний шов з подальшим його настрочуванням на матеріал верху виробу. Панчоха знаходиться з виворітного боку штанів в області коліна і тому, немає необхідності ховати швейну нитку від обливу ВВ, зате механічна міцність з'єднання значно збільшується.

Готова панчоха настрочується на штани в області коліна з виворітного боку. Шов з'єднання панчохи герметизується з виворітного боку. Чоботи знімні і входять в комплект поставки ізолюючого костюма.

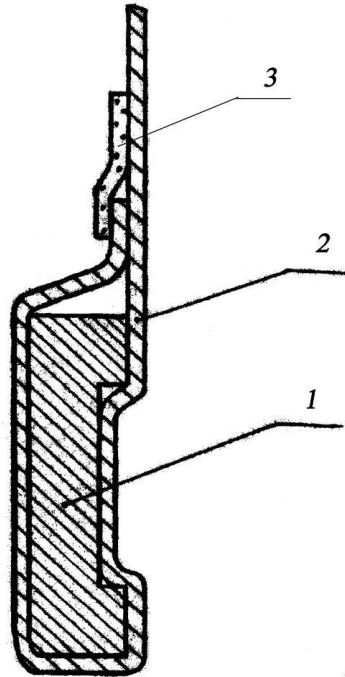


Рис. 4.8. Кріплення нарукавного кільця до низу рукава:

1 – нарукавне кільце; 2 – матеріал верху; 3 – герметизуюча стрічка

Для обробки низу брюк використано шов підгин з відкритим зрізом з попереднім проклеюванням, або шов підгин з закритим зрізом без попереднього проклеювання).

З'єднання деталей виробу, їх вузлова збірка і герметизація швів з'єднання проводиться за технологічною послідовністю, представленою в додатку 3 з урахуванням виду робіт, використання обладнання та пристосувань для кожного виду технологічних операцій.

Перевірка на герметичність готового виробу проводиться манометричним способом, тобто визначається падіння надлишкового тиску повітря всередині костюма за певний час.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Актуальність теми дослідження обґрунтована необхідністю забезпечення високого рівня безпеки працівників, які перебувають в умовах підвищеної хімічної небезпеки. Спецодяг, що одночасно виконує захисну та ергономічну функції, є невід'ємною частиною комплексної системи індивідуального захисту операторів хімічного устаткування.
2. У ході аналізу професійних ризиків були визначені основні шкідливі чинники, пов'язані з експлуатацією сірчаної кислоти та інших агресивних речовин, серед яких найнебезпечнішими є отруєння парами кислот, контакт із токсичними бризками, висока температура та надмірна вологість. Це стало основою для формування вимог до спецодягу.
3. Проведено огляд нормативної документації (ДСТУ, ISO, EN), що регламентує вимоги до захисного одягу від хімічних впливів. Визначено ключові стандарти, які повинні враховуватись при проєктуванні костюма: рівень хімічного захисту, повітропроникність, стійкість швів, ергономічність та сумісність із іншими ЗІЗ.
4. Проаналізовано сучасні спеціальні матеріали для хімічного захисту, визначено їхні властивості: стійкість до кислот, механічна міцність, зносостійкість, технологічність обробки. Обґрунтовано доцільність використання багат шарових ламінованих матеріалів з полімерним покриттям (типу PTFE, PVC, Tychem®).
5. Розроблено конструкцію ергономічного захисного костюму, яка забезпечує повне покриття тіла, герметизацію критичних зон (шви, манжети, капюшон), а також зручність рухів під час виконання технологічних операцій. Особливу увагу приділено зручному крою, вентиляційним елементам, легкості одягання та швидкому зніманню костюма.
6. Запропонована технологія виготовлення включає використання герметичних з'єднань, проклеєних або зварених швів, а також використання

конструктивних елементів, які запобігають проникненню небезпечних речовин. Підбір устаткування та технологічних операцій орієнтований на серійне виробництво з контролем якості згідно з вимогами стандартів.

7. Результати дослідження можуть бути використані у практиці підприємств легкої промисловості та хімічного виробництва, а також при розробці нових стандартів і оновленні типових моделей спецодягу для робіт у токсичному середовищі. Впровадження запропонованого виробу підвищить рівень безпеки, зменшить ризики професійних захворювань і травм, а також сприятиме підвищенню ефективності праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. iec-expo.com.ua+10promsiz-tm.ua+10reddit.com
2. <https://brevi.com.ua/specodyag-litnij/kostyum-grejs-napivkombinezon>
3. <https://ark.ua/kontakt.html>
4. <http://www.kovcheg-company.kiev.ua>
5. <https://ark.ua/kurtka-feniks-kolir-serochnyy-s-oranzhevoy-otdelkoy.html>
6. <https://sizmarket.com.ua/zashita-tela/zashitnye-kombinezony/zashitnyj-kombinezon-dupont-tychem-2000-c>
7. <https://www.durasafe.com.sg/shop/lakeland-ct1s428-chemmax-1-coverall-with-double-zip-storm-flap-and-elasticated-hood-cuffs-waist-and-ankles-size-m-2xl/>
8. <https://www.uvex-safety.com/en/products/cut-protection-gloves/>
9. https://www.3m.co.uk/3M/en_GB/p/d/b00046825/
10. Патлашенко О.А. Матеріалознавство швейного виробництва: Навч. пос. – 2-ге видання. – К.: Арістей, 2007. – 288 с.
11. Сарана О.М. Проектування підприємств. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Швейні вироби». СХУ ім. В.Даля. 2014.
4. Троян О.М., Сарана О.М. Основи техніко-економічного проектування виробництва. Лабораторний практикум для студентів спеціальності «Швейні вироби». РВЦ ТУП, Хмельницький, ТУП. 2003.М.
5. Ріпка Г.А. Навчальний посібник з дисципліни «Технологія швейного виробництва» «Технологія виготовлення швейних виробів. Загальні поняття» / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2021, 175 с. Свідоцтво №7894.
6. Привала В.О. Розробка технології формування пакетів матеріалів одягу з визначеними водо- і вітрозахисними властивостями. Автореф. дис. на здоб. наук. степ. канд. техн. наук. Хмельницький, 2007.
7. Ріпка Г.А., Перепелиця Ю.В. Термінологічний словник з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму

підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018. Свідоцтво №7721. 35 с.

8. Ріпка Г.А. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018, 50 с. Свідоцтво №7939.

9. Ріпка Г.А. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019, 25 с. Свідоцтво №7694.

10. Мичко А.А. Способи ідентифікації білкових волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №12 (183). Ч.1. – С. 176-183.

11. Мичко А.А. Способи ідентифікації волокон рослинного походження для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №13 (184). Ч.1. – С. 153-159.

12. Ripka G. Analysis of everyday clothes usage conditions // Commission of motorization and energetics in agriculture. Teka / Lublin university of technology. – Lublin, 2017. Vol. 17. № 1. – P. 21-26. ISSN 1641-7739

13. Ripka G. Study of dominant quality indicators of materials and designs of railroad conductors` uniforms / Olena Kolosnichenko, Mykola Yakovlev, Irina Prykhodko-Kononenko, Larysa Tretyakova, Natalia Ostapenko, Kalina Pashkevich, Galyna Ripka // Fibres and textiles, Bratislava, 3 (2020), Volume 27, September 2020., p. 90-96. ISSN 2585-8890.

14. Мичко А.А. Способи ідентифікації штучних волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №9 (180). Ч.1. – С. 108-113.

15. Мичко А.А. Способи ідентифікації гетероланцюгових волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №5 (176). Ч. 2. – С. 233-238.

16. Шейко В.М. Організація та методика науково-дослідної діяльності: Підручник / В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. – К.: Знання – Прес, 2002. – 295с.
17. М. Мюллер и син. Загальний креслюнок куртки // Ательє. 2002. № 11. – 150-151.
18. Ріпка Г.А. Розробка класифікатору застосування QR-кодів в легкій промисловості / Засорнова І.О., Засорнов О.С., Ріпка Г.А. // Вісник ХНУ. Хмельницький, 2021, № 2. С. 226-233. ISSN 2307-5732
19. Ріпка Г.А. Сучасне програмне забезпечення для автоматизації процесу машинної вишивки / Ріпка Г.А., Дейнека І.Г., Мичко А.А. // Проблеми легкої та текстильної пром-ті України, Херс.НТУ, Херсон, 2012, № 2 (20). С. 24-27.
20. Ріпка Г.А. Формування підсилюючого елемента з підвищеними захисними властивостями / монографія / СНУ ім. В. Даля, Сєвєродонецьк, 2018, 124 с.
21. Конспект лекцій з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 10.04.2019)
22. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 02.06.2018).
23. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 15.02.2020).
24. Колосніченко М.В., Процик К.Л. Мода і одяг. Основи проектування та виробництва одягу.: Навчальний посібник. – К.: КНУТД, 2011. – 227 с.
25. Тєлушкіна О. Переосмислення складових національного стилю в дизайні середовища. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну», м. Київ, 23 квітня 2020 року. – Київ: КНУТД, 2020. – у 2 томах. Том 2, с.239 – 242.

26. Пасічний А.М. Образотворче мистецтво. Словник-довідник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2003. - 216 с.
27. Бьорд М. 100 ідей, що змінили мистецтво. Київ : ArtHuss, 2019. - 216 с.
29. Witana CP, Feng J, Goonetilleke RS: Dimensional differences for evaluating the quality of footwear fit. // Ergonomics 2004, 47(12): P. 1301–1317.
30. Wang CS: An analysis and evaluation of fitness for shoe lasts and human feet. // Comput Ind 2010, 61(6): P. 532–540.
31. Menz HB, Morris ME: Footwear characteristics and foot problems in older people. // Gerontology 2005, 51(5): P. 346–351.
32. Константинов С.М. Основи проєктування швейних підприємств. Підручник. - К.: Вища школа, 1992. - 375 с.

