

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мистецтв і моди
Кафедра моди та стилю

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Удосконалення технологічного процесу виготовлення бронежилетів

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 182 Технологія легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

Виконала: студентка групи МГЗШ-24

Вербецька Яна Миколаївна

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Білоцька Л.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент Арабулі А.Т.

(прізвище та ініціали)

Київ 2025

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мистецтв і моди

Кафедра моди та стилю

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри МС

Тетяна СТРУМІНСЬКА

« 17 » вересня 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Вербецькій Яні Миколаївні

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення технологічного процесу виготовлення бронежилетів

Науковий керівник роботи Білоцька Лариса Борисівна, к.т.н., доцент
затверджені наказом КНУТД від «16» вересня 2025 року № 209 –уч.

2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи 1) Конструкторсько–технологічна документація на модель – чохол для бронежилету модульного; 2) Типовий технологічний процес виготовлення виробів в умовах промислового підприємства ТОВ UKRTAC

3. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно опрацювати)
Вступ; 1. Теоретичні основи розвитку та виготовлення засобів індивідуального захисту; 2. Спецрозділ; 3. Конструкторський розділ; 4. Технологічний розділ; Загальні висновки; Перелік посилань; Додатки

4. Дата видачі завдання 16 вересня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапу кваліфікаційної роботи	Орієнтовний термін виконання	Примітка про виконання
1	Вступ	вересень 2025	
2	Розділ 1. Теоретичні основи розвитку та виготовлення засобів індивідуального захисту	вересень 2025	
3	Розділ 2. Конструкторський розділ	вересень 2025	
4	Розділ 3. Дослідження фізико – механічних показників матеріалів, які застосовуються для виготовлення чохла бронежилету модульного	жовтень 2025	
5	Розділ 4. Технологічний розділ	листопад 2025	
6	Висновки	листопад 2025	
7	Оформлення роботи (чистовий варіант)	листопад 2025	
8	Подача кваліфікаційної роботи науковому керівнику для відгуку (за 14 днів до захисту)	листопад 2025	
9	Подача кваліфікаційної роботи для рецензування (за 12 днів до захисту)	листопад 2025	
10	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	грудень 2025	Коефіцієнт подібності _____% Коефіцієнт цитування _____%
11	Подання кваліфікаційної роботи завідувачці кафедри (за 7 днів до захисту)	грудень 2025	

З завданням ознайомлена:

Студентка

Яна ВЕРБЕЦЬКА

Науковий керівник

Лариса БІЛОЦЬКА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи розвитку та виготовлення засобів індивідуального захисту.....	10
1.1. Історія створення і розвитку бронежилетів.....	10
1.2. Класифікація бронежилетів за рівнем захисту та конструкційними особливостями.....	18
1.3. Сучасні матеріали та технології виготовлення бронежилетів.....	21
1.4. Огляд існуючих технологічних процесів виготовлення бронежилета.....	24
1.5. Аналіз діючої технології виготовлення бронежилета (на основі підприємства ТОВ UKRTAC).....	26
Висновки до розділу 1.....	28
2. РОЗДІЛ 2. Конструкторський розділ.....	30
2.1. Допроєктні дослідження.....	30
2.1.1. Дослідження сфери споживання. Визначення групи споживачів та виду бронежилету (модульного).....	30
2.1.2. Визначення споживчих та виробничих вимог до виробу.....	32
2.2. Формування матриці морфологічних ознак бронежилета модульного.....	32
2.3. Формування вимог до модульних бронежилетів.....	34
2.4. Розробка бронежилета модульного розміру S.....	35
2.5. Вибір пакету матеріалів.....	35
2.6. Розробка базової конструкції бронежилета.....	38
2.6.1. Розробка проєктно–конструкторської документації на БМ бронежилета.....	67
2.6.2. Розробка технічного опису на БМ.....	68
2.7. Нормування матеріалів на БМ системи.....	68
Висновки до розділу 2.....	71

3. РОЗДІЛ 3. Дослідження фізико – механічних показників матеріалів, які застосовуються для виготовлення чохла бронежилету модульного.....	69
3.1. Дослідження фізико–механічних характеристик тканини поліамідної Типу 1.....	70
3.1.1. Визначення поверхневої густини (за ДСТУ EN 12127:2009).....	71
3.1.2. Визначення міцності на розрив (за ДСТУ EN ISO 13934–1:2018).....	73
3.1.3. Визначення стійкості до роздирання (за ДСТУ ISO 13937–2:2006).....	74
3.1.4. Визначення стійкості фарбування до прання (за ДСТУ ISO 105–C06:2009).....	76
3.1.5. Визначення стійкості до стирання (за ДСТУ ISO 12947–2:2005).....	77
3.1.6. Визначення стійкості до зволоження тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ ISO 4920:2005).....	79
3.1.7. Визначення стійкості до мастил тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ ISO 14419:2005).....	81
3.1.8. Визначення водотривкості тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ EN 20811:2004).....	82
3.2. Визначення питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см застібки текстильної (за ДСТУ 2059–92, ДСТУ 4300:2004).....	83
Висновки до розділу 3.....	85
4. РОЗДІЛ 4. Технологічний розділ.....	87
4.1. Проєктування процесу виготовлення виробів.....	87
4.1.1. Аналіз методів обробки та вибір обладнання для бронежилету модульного.....	87

4.1.2. Обґрунтування вибору методів обробки бронезилету модульного	89
4.2. Вибір обладнання.....	97
4.3. Обґрунтування вибору режимів обробки	100
4.4. Розробка раціональної послідовності на бронезилет модульний.....	103
4.5. Складання схеми поділу праці на виготовлення базової моделі, її аналіз та розрахунок техніко–економічних показників.....	112
4.6. Розрахунок площі швейного цеху.....	114
4.7. Розрахунок плану–замовлення.....	113
4.7.1. Обґрунтування вибору потужності підприємства.....	115
4.7.2. Розрахунок плану–замовлення.....	116
Висновки до розділу 4.....	118
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	119
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	121
ДОДАТКИ.....	130
Додаток А. До конструкторського розділу.....	131
Додаток Б. До спецрозділу.....	159
Додаток В. До технологічного розділу.....	1н1

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні виклики у сфері національної безпеки та оборони потребують постійного вдосконалення засобів індивідуального захисту, зокрема бронежилетів, які є одним із найбільш важливих елементів спорядження військовослужбовців, правоохоронців та представників силових структур. Ефективний бронежилет здатний суттєво знизити ризик ураження та забезпечити збереження життя в екстремальних умовах. Тому питання удосконалення технології їх виготовлення, підвищення рівня балістичного захисту, ергономічності та довговічності має ключове значення як у науковому, так і у практичному аспекті [1].

Актуальність теми обумовлена кількома чинниками. По–перше, постійним удосконаленням типів озброєння та зростанням інтенсивності бойових дій, що вимагає використання нових матеріалів та конструкцій бронезахисту. По–друге, активним розвитком технологій виробництва технічних текстильних матеріалів і композитів, що відкриває можливості для створення більш легких, міцних та функціональних елементів бронежилетів. По–третє, необхідністю підвищення ефективності виробництва, впровадження автоматизованих технологічних операцій, оптимізації витрат та забезпечення стабільної якості виробів відповідно до сучасних міжнародних стандартів.

Таким чином, у контексті військової ситуації в Україні, дослідження, спрямоване на удосконалення технологічного процесу дозволяє підвищити рівень захисту, зменшити вагу конструкції, покращити комфорт носіння та збільшити експлуатаційний ресурс виробу. Крім того, оптимізація виробничих етапів сприяє зміцненню конкурентоспроможності вітчизняних виробників та забезпеченню військових необхідною кількістю якісних засобів індивідуального захисту.

Мета кваліфікаційної роботи: удосконалити технологічний процес виготовлення бронежилетів шляхом аналізу існуючих рішень, вибору оптимальних матеріалів, технологічних операцій та способів контролю якості.

Як **об'єкт дослідження** обрано технологічний процес виготовлення бронежилетів.

Предметом дослідження є матеріали, конструктивні особливості та технологічні процеси виготовлення, що впливають на якість та експлуатаційні властивості бронежилетів.

Методи досліджень. Дослідження базувались на основі системного підходу. Були використані експериментальні методи дослідження фізико–механічних властивостей матеріалів, методи аналізу, моделювання та оцінки технологічних процесів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

1. Проаналізувати історичний розвиток бронежилетів, їх класифікацію, сучасні матеріали та технології.
2. Проаналізувати існуючі технологічні процеси виробництва бронежилетів та визначити їх недоліки.
3. Розробити проєктно–конструкторську документацію на бронежилет модульний.
4. Дослідити фізико – механічні показники матеріалів, які застосовуються для виготовлення чохла бронежилету модульного.
5. Дослідити технологічний процес виготовлення бронежилетів модульних, запропонувати напрями його удосконалення.

Наукова новизна. Досліджено відповідність фізико–механічних характеристик поліамідної тканини типу 1 вимогам, визначеним у ТС А01XJ.06908–098:2018 (01) (Тканина поліамідна. Технічна специфікація Міністерства оборони України на предмети речового забезпечення).

Практичне значення роботи. Проведені в Аналітично–дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль–ТЕСТ» [2] випробування показали, що всі досліджені текстильні матеріали (поліамідна тканина Типу 1 та текстильна застібка) повністю відповідають фізико–механічним вимогам, встановленим у відповідних Технічних специфікаціях Міністерства оборони України. Це

підтверджує, що дані матеріали придатні для використання у виробництві чохла модульного бронезилета відповідно до вказаних технічних умов.

Результати дослідження дозволили сформулювати рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу виготовлення бронезилетів, що сприятиме підвищенню їх захисних та експлуатаційних характеристик, збільшенню надійності та ефективності використання в реальних умовах. Запропоновані рішення можуть бути впроваджені в діяльність підприємств, що спеціалізуються на виробництві засобів індивідуального бронезахисту.

Апробація результатів роботи.

Основні результати роботи доповідалися на IX Міжнародній науково–практичній конференції текстильних та фешн–технологій KyivTex&Fashion, яка проходила 16 жовтня 2025 р. у Київському національному університеті технологій та дизайну.

Публікації. В ході розробки кваліфікаційної роботи було опубліковано:

1. Вербецька Я., Лозовенко С., Білоцька Л., Харченко Ю. Аналіз матеріалів спеціального призначення для виготовлення бронезилетів // Збірник матеріалів IX Міжнародної науково–практичної конференції текстильних та фешн–технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 16 жовтня 2025 р. Київ: КНУТД, 2025, 5 стор.

Об’єм роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (76 найменувань), викладена на 129 сторінках машинописного тексту, включає 42 рисунків та 17 таблиць. Додатки викладені на 31 сторінці, включають 5 рисунків та 7 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

1.1 Історія створення і розвитку бронежилетів

Ідея захисту тіла людини від зброї виникла ще в найдавніші часи. Спочатку застосовували дерев'яні щити, шкіряні (рисунок 1.1) [3] та металеві обладунки (рисунок 1.2), які ефективно протидіяли холодній зброї. Однак з появою вогнепальної зброї, традиційні обладунки втратили актуальність через значну вагу та обмежену захисну дію [4].



Рисунок 1.1– Шкіряні обладунки, IX–XIII ст. н. е..[5]



Рисунок 1.2 – Металеві обладунки пішого бою: а – , використовувались при дворі імператора Максиміліана I (1493–1519), б– обладунки імператора Максиміліана I, між 1500 і 1508 рр. , Віденська камера військового спорядження [6]

В Афінах класичного періоду, як і в багатьох інших грецьких містах–полісах, служба в армії була обов’язком вільного громадянина. Забезпечувати себе обладунком і зброєю він мав самотужки. Залежно від рівня доходу всі громадяни поділялися на 4 класи. Найбагатші могли дозволити собі найкращі бронзові обладунки та коней, тому воювали в кінноті або, за бажанням, у перших рядах піхоти. Третій прошарок — зевгіти — служили пішими воїнами–гоплітами. Незаможні фети — матросами та легкою піхотою, часто взагалі без обладунку — лише з луками, дротиками та іншою дешевою зброєю.

Основним панциром піхоти був ліноторакс (рисунок 1.3). Його робили з багатьох шарів лляної тканини, проклеєних кістковим клеєм, завтовшки він був десь до сантиметра. Обладунок із тканини може здаватися несерйозним, але насправді ліноторакс добре захищав від тогочасної зброї. Античні стріли не пробивали його навіть упритул, а меч або короткий спис при ударі міг зісковзнути. До того ж ліноторакс важив лише 5—7 кілограмів і його могли собі дозволити більшість громадян.



Рисунок 1.3 – Ліноторакс – обладунок з тканини, перший прототип сучасного бронежилету [7].

Проте прямого удару довгим списом ліноторакс міг не витримати. Проти варварів та їхньої зброї у таких обладунках можна було воювати спокійно.

Тісно зімкнутий лінійний стрій, у якому воїни прикривали один одного щитами та завдавали ударів по ворогу довгими списами. Безпосередньо билися перші шеренги, а наступні забезпечували потужний натиск на противника і за потреби заміняли бійців перших шеренг. Та потужних ударів списами захист

був слабким. Ще один мінус такого обладунку — його майже неможливо було відремонтувати, а тканина з часом зношувалась і псувалась навіть від злив і вологи. Тому передати ліноторакс нащадкам було неможливо, воїн-ветеран за життя зношував кілька таких панцирів.

Заможні піхотинці обирали бронзову анатомічну кірасу — гіпоторакс (рисунок 1.4). Він складався з двох пластин — на спину і на груди, що їх підв'язували шкіряними ремінцями. Такий панцир забезпечував майже абсолютний захист торса від будь-якої зброї. Його можна було відремонтувати у коваля. А якщо гіпоторакс регулярно чистити від іржі, його можна було передати нащадкам. Однак ці обладунки мали очевидні мінуси — вони важили 15—20 кілограмів, а під них обов'язково треба було вдягати щось із тканини, адже важка бронза натирала тіло, а м'яка тканина мала амортизувати тупі удари. Спис не пробивав самого гіпоторакса, але ребра під ним міг зламати легко. Воїн у такому обладунку не міг довго бігти, до того ж у ньому банально було жарко [7].



Рисунок 1.4 – Давньогрецька бронзова кіраса [7].

У 16–17 століттях європейці намагались вдосконалити обладунки, збільшуючи товщину металевих пластин (рисунок 1.5). Такий захист справді затримував кулі мушкетів, але водночас робив обладунки надзвичайно важкими, що унеможливлювало їх широке використання. [7].



Рисунок 1.5 – Кірасирські обладунки, Музей мистецтва та історії міста Невшатель, Швейцарія [5]

Наприкінці 19 століття з'явилися перші прототипи сучасних бронежилетів.

У 1881 році американський лікар Джордж Гудфеллоу, який спеціалізувався на лікуванні вогнепальних поранень, помітив, що проста шовкова хустка, складена декілька разів у нагрудній кишені, може призупинити пістолетну кулю. Він написав статтю «Непроникність шовку для куль» та почав експериментувати з жилетами з товстих шарів тканини.

Його справу продовжив католицький священник, уродженець Тернополя Казимир Зеглен, який у 1890 році емігрував у США [8].

У 1897 році Казимир Зеглен створив шовковий жилет, здатний витримувати постріли з револьвера (рисунок 1.6.). Цей винахід став основою для подальших розробок, зокрема удосконалень Яна Щепаника, який поєднав шовк і тонкі сталеві пластини [8].



Рисунок 1.6 – Випробовування бронежилета. Фото з Бібліотеки Конгресу США, вересень 1923 року.[9]

У 20 столітті процес розвитку значно прискорився. Перші серійні зразки з'явилися у США в 1920–1930-х роках для поліції. У роки Другої світової війни активно застосовувалися так звані “flak jackets” – жилети з нейлону, які

захищали військових від уламків бомб і артилерійських снарядів (рисунок 1.6) [10].



Рисунок 1.6 – Солдат армії США в бронежилеті, 1971 рік, під час війни у В'єтнамі [10]

Прорив стався у 1965 році, коли хіміки корпорації DuPont розробили арамідне волокно Kevlar, яке поєднало низьку вагу та високу міцність. Саме воно стало базою для сучасних бронежилетів [11]. З 1970-х років бронежилети на основі Kevlar активно використовувалися поліцією та армією різних країн.

Подальший розвиток пов'язаний із появою керамічних та композитних плит, які значно підвищили рівень балістичного захисту без істотного збільшення ваги. Сьогодні бронежилет – це складні системи, що поєднують полімерні волокна, металеві елементи та композити на основі кераміки чи високомолекулярного поліетилену (рисунок 1.7.).



Рисунок 1.7 – Сучасний модульний бронежилет [11]

Таким чином, можна виділити основні етапи розвитку засобів індивідуального бронезахисту (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Історичні етапи розвитку засобів індивідуального бронезахисту.

Рік/період	Країна/регіон	Ключова подія / винахід	Характеристики та значення
1	2	3	4
16–17 ст.	Європа	Посилення металевих обладунків	Спроба захисту від вогнепальної зброї шляхом збільшення товщини та ваги обладунків
1891–1897 рр.	США/ Україна (Львів)	Казимир Зеглен – шовковий бронежилет	Легкий багатошаровий шовковий пакет, стійкі до пострілів з револьвера
1901 р.	Австро–Угорщина / Польща	Ян Щепаник – удосконалений шовково– сталевий бронежилет	Поєднання тканини та тонких сталевих пластин

Кінець таблиці 1.1

1	2	3	4
1940–ві рр.	США, Велика Британія	“flak jackets”	Нейлонові жилети для захисту від осколків
1965 р.	США	Відкриття Kevlar	Високоміцне синтетичне волокно
1981 р.	СРСР	Модель 6Б2	Балістичний нейлон + титанові пластини
1990–ті рр.	США, Європа	Керамічні плити	Легкі матеріали з високим рівнем захисту
2010–ті – сьогодення	Світ	Використання UHMWPE	Зменшення ваги, багатофункціональність

Аналіз історичного розвитку засобів індивідуального бронезахисту демонструє чітку тенденцію переходу від масивних металевих обладунків до високотехнологічних композитних систем на основі синтетичних волокон. Вирішальним етапом стало винайдення арамідного волокна Kevlar у 1965 році та подальше впровадження надвисокомолекулярного поліетилену, що дозволило створювати зразки з високою балістичною стійкістю при значному зниженні загальної маси. Сучасні бронежилети, зокрема модульного типу, є результатом інтеграції текстильних матеріалів спеціального призначення, балістичних пакетів та керамокомпозитних плит, що забезпечує оптимальний баланс між рівнем захисту, мобільністю та ергономікою військовослужбовця. Така еволюція матеріалів та конструкцій зумовила необхідність розроблення чітких систем класифікації, які дозволяють оцінити ефективність захисту від сучасних засобів ураження

1.2. Класифікація бронежилетів за рівнем захисту та конструкційними особливостями

Згідно зі стандартом ДСТУ 8782:2018, бронежилет – засіб індивідуального захисту людини у вигляді жилета, який забезпечує захист торса людини від дії холодної та/чи вогнепальної зброї, уламків снарядів, мін

або ручних гранат і складається з матеріалів, здатних затримати засіб ураження та розсіяти його енергію [12].

Бронежилет підвищує шанси зберегти життя та здоров'я в бойових умовах, забезпечує базовий рівень безпеки під час бойових операцій. Вибір бронежилета має враховувати бойові завдання, фізичний стан та мобільність користувача.

Сучасні бронежилети складаються з таких елементів [62]:

1. Чохол (плитоноска) – містить кишені для бронеплит спереду, ззаду та на боках; оснащений ремнями, Текстильна застібками та кнопками для регулювання розміру.
2. Бронеплити – головний захисний елемент, виготовляється зі сталі, кераміки, композитних матеріалів, поліетилену високої щільності або кевлару.
3. Демпфер – амортизує кінетичну енергію, покращує комфорт носіння.

Додатково, сучасні бронежилети можуть мати систему MOLLE для кріплення спорядження та систему швидкого скидання пошкодженої броні. За класифікацією ДСТУ 8782:2018 [13] в Україні встановлено 6 класів захисту бронежилетів (таблиця 1.2):

Таблиця 1.2 – Класи захисту бронежилетів згідно ДСТУ 8782:2018

Клас	Вага, кг	Захист від	Призначення
1	2	3	4
1	2–5	Пістолетні кулі малого калібру	Поліція, цивільна оборона, приховане носіння
2	3–5	Пістолетні кулі середнього калібру	Патрульна служба, охорона об'єктів
3	6–9	Автоматні кулі	Спецоперації, бойові дії
4	≈10	Автоматні та гвинтівкові кулі з бронебійним сердечником	Бойові умови, спецоперації
5	11–20	Важкі гвинтівкові та бронебійні кулі	Високоінтенсивні бойові процеси
6	>20	Бронебійні кулі великого калібру	Зони конфлікту з важкою великокаліберною зброєю

Навіть бронежилет високого класу не гарантує повний захист від надпотужних боєприпасів.

В залежності від матеріалу бронеплит виділяють три типи (таблиця 1.3). Матеріал впливає на вагу, комфорт та здатність протистояти певним типам боєприпасів [14].

Таблиця 1.3 – Класифікація бронежилетів за матеріалами.

Тип	Матеріал	Характеристика
1	2	3
А	М'які матеріали (кевлар)	Гнучкі, легкі, підходять для прихованого носіння, 1–2 клас
Б	М'які + жорсткі плити (сталь, кераміка)	Поєднують мобільність та високий захист, стандартні військові жилети
В	Тільки жорсткі плити	Плитоноски, захищають лише груди та спину, легші та менше мобільності

За способом носіння бронежилети класифікують [15]:

- Зовнішнє носіння – жилети на одязі; мають модульну систему кріплення спорядження; переважно 3–6 клас (рисунок 1.8, а).
- Приховане носіння – надягаються під одяг; тонкі, легкі, зазвичай 1–2 клас; призначені для цивільних та правоохоронців ((рисунок 1.8, б).



а



б

Рисунок 1.8 – Бронежилет: а– зовнішнього носіння; б – прихованого носіння

Вибір між варіантами зовнішнього та прихованого носіння безпосередньо залежить від характеру бойового завдання, необхідного рівня балістичної стійкості та потреби в маскуванні засобів захисту. Бронежилети зовнішнього носіння (рис. 1.8, а) зазвичай відповідають 3–6 класу захисту згідно з ДСТУ 8782:2018 і мають модульну систему кріплення спорядження (MOLLE), що дозволяє раціонально розміщувати підсумки та додаткову амуніцію. Натомість моделі прихованого носіння (рис. 1.8, б) проєктуються як максимально тонкі та легкі конструкції (зазвичай 1–2 класу), призначені для непомітного використання під повсякденним одягом цивільними особами або правоохоронцями. Сучасні модульні системи дозволяють комбінувати м'які балістичні пакети та жорсткі бронеплити, забезпечуючи масу виробу в межах 7,5–12 кг залежно від комплектації, що є критично важливим для збереження мобільності та зниження втоми бійця під час тривалих операцій.

1.3. Сучасні матеріали та технології виготовлення бронежилетів

В наш час виробництво бронежилетів ґрунтується на використанні високоміцних волокон і композитів (елементи захисту, що складаються з декількох різних шарів матеріалу). Серед них:

- Арамідні волокна (Kevlar, Twaron, Rusar). Забезпечують високу стійкість до кулі при відносно невеликій вазі (рисунок 1.9) [16].
- UHMWPE (високомолекулярний поліетилен, Dyneema, Spectra). Відрізняється надлегкістю та підвищеною стійкістю до уламків (рисунок 1.10) [17].
- Кераміка (оксид алюмінію, карбід кремнію, карбід бору). Застосовується для виготовлення плит, здатних зупиняти бронебійні кулі (рисунок 1.11) [18].
- Метали (титан, сталь). Використовуються як допоміжні матеріали для жорстких бронеплит (рисунок 1.12) плита [19].



Рисунок 1.9 – Арамідне волокно – Kevlar [16]

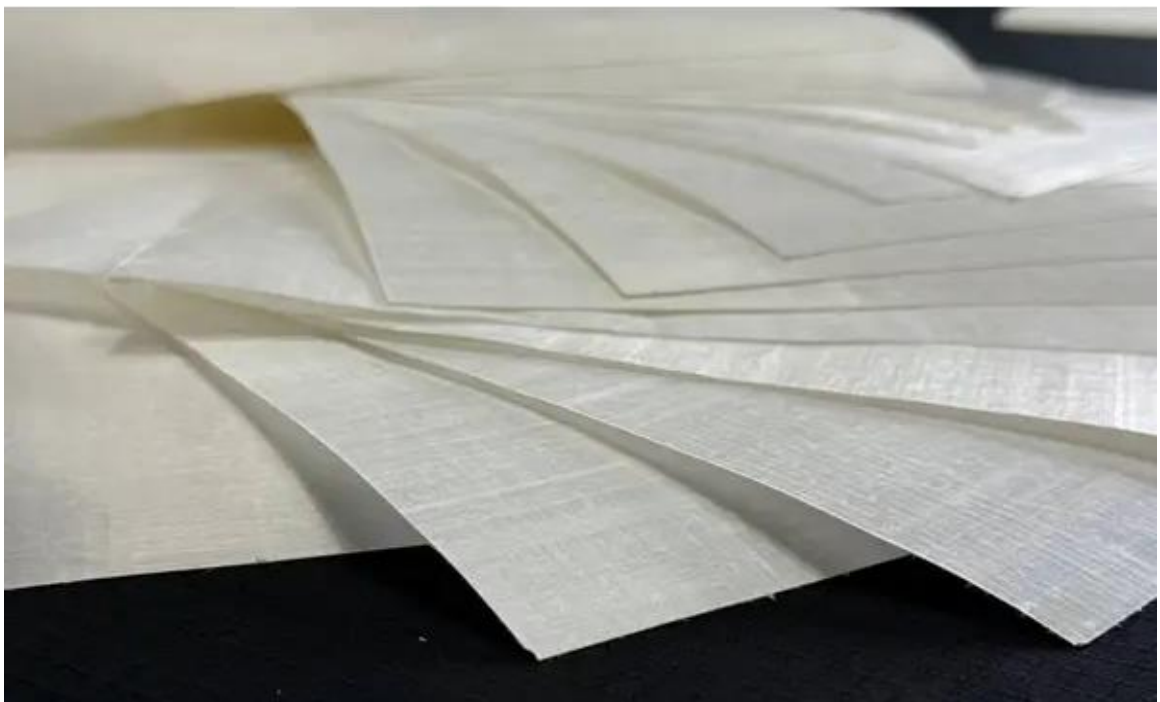


Рисунок 1.10 – UHMWPE – високомолекулярний поліетилен [17]

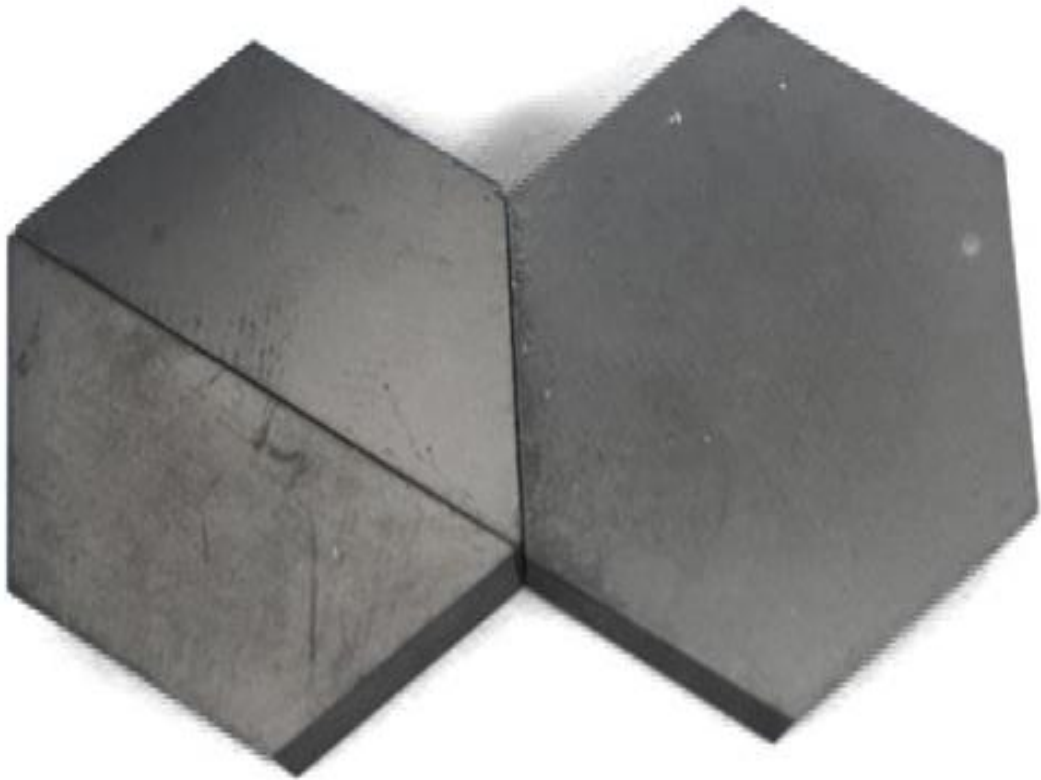


Рисунок 1.11 – Кераміка – легкий та міцний матеріал, що складається з невеликих форм, які легко замінюються [18]



Рисунок 1.12 – Багаторазова металева плита [19]

Представлені матеріали є основою сучасних засобів індивідуального балістичного захисту, кожен із яких виконує специфічну функцію в структурі бронежилета. Арамідні волокна (рис. 1.9), такі як Kevlar або Twaron, цінуються за високу кулестійкість та унікальну термостійкість – вони здатні витримувати нагрів понад 400–500 °С без руйнування. Натомість надвисокомолекулярний поліетилен (НВМПЕ) (рис. 1.10) вирізняється своєю надлегкістю (він легший за воду) та стійкістю до вологи, що дозволяє знизити загальну вагу екіпірування на 30% порівняно з арамідними аналогами. Для забезпечення захисту від бронебійних куль застосовуються жорсткі керамічні елементи (рис. 1.11) на основі оксиду алюмінію або карбїду бору, які ефективно руйнують сталевий сердечник кулі. Інтеграція цих матеріалів у модульні системи дозволяє створювати бронежилети, що поєднують гнучкість м'яких балістичних пакетів із міцністю жорстких плит, забезпечуючи високу мобільність та надійний захист військовослужбовця в бойових умовах

1.4 Огляд існуючих технологічних процесів виготовлення бронежилета

Виробництво бронежилетів в Україні переважно базується на сучасних матеріалах: арамідних волокнах, легкому поліетилені (НВМПЕ) та кераміці. Наприклад, компанія «Темп-3000» заявляє, що більшість компонентів — від тканин до керамічних плит – виробляються внутрішньо, на українських потужностях [20].

Жорсткі бронепанелі часто проходять додаткове гаряче пресування для ущільнення – це знижує порожнини всередині і покращує міцність. Після цього їх охолоджують і “завертають” в тканинні або полімерні оболонки, щоб захистити від вологи й зношення [21].

Контроль якості – обов'язкова частина процесу: перевіряють щільність плит і однорідність шарів, а потім тестують їх балістично [22].

Не менш важливою частиною бронежилета є плітоноска. Плітоноска – це спеціальна тактична система, призначена для утримання жорстких бронеплит. Вона не є повноцінним бронежилетом, а виступає як носій захисних

панелей [64]. В Україні такі системи виготовляють із тканинних матеріалів високої міцності, оснащуючи їх кишнями або відсіками для бронеплит та регульованими ременями для фіксації на тілі. Конструкція плитоносок дозволяє зменшити вагу захисного спорядження, забезпечуючи мобільність користувача, і водночас зберігає ефективний рівень захисту, оскільки бронеплити розташовуються в оптимальних положеннях для поглинання ударної енергії [23].

У світі існують різні підходи до виготовлення бронежилетів, які залежать від національних стандартів і доступних матеріалів [24].

На сьогоднішній день в Україні існує безліч виробників бронежилетів. Найбільші з них:

- Темп-3000 – це українське науково–виробниче підприємство, яке займається розробкою та виробництвом засобів індивідуального та колективного бронезахисту. Компанія виготовляє широкий асортимент продукції, зокрема бронежилети, бронешлеми, бронепластины, бронещити, а також вибухозахисні та тактичні костюми [25, 26].
- Українська Броня / UARM – це український виробник засобів індивідуального захисту, що спеціалізується на бронежилетах, шоломах та бронеплитах. Компанія була заснована у 2014 році, коли виникла нагальна потреба в засобах захисту під час Революції Гідності, і з того часу перетворилася на великого виробника з широким асортиментом продукції [27].
- UKRTAC – це український виробник засобів індивідуального захисту, таких як бронежилети, шоломи та інше тактичне спорядження, що створюється за провідними світовими технологіями. Компанія має значні виробничі потужності та акцентує на якості своєї продукції, яка проходить суворий контроль та перевіряється в реальних бойових умовах [28].
- М-Тас – це український бренд тактичного одягу, взуття та спорядження, заснований у 2014 році. Він пропонує широкий асортимент товарів для

військових, правоохоронців, любителів активного відпочинку та страйкболу. Продукція бренду відзначається функціональністю, надійністю та співвідношенням ціни та якості, що досягається завдяки використанню як відомих, так і вітчизняних аналогів матеріалів [29].

1.5 Аналіз діючої технології виготовлення бронежилета (на основі підприємства ТОВ UKRTAC)

Одним з провідних виробників виробів військової амуніції є ТОВ UKRTAC, м. Київ. Це українська виробнича компанія, яка була створена на початку війни у березні 2022 року [28].

ТОВ UKRTAC має значні потужності, включаючи три основні напрямки виробництва:

- бронежилети та військова амуніція,
- шоломи,
- балістичний захист.

Спочатку це був волонтерський проєкт за принципом “не для продажу”. Виробництво було створено власним коштом ініціатора. Ідея створення компанії базувалася на особистому досвіді засновника, який з першого дня війни був у лавах ТРО та аж до визволення Київської області служив у добровольчому батальйоні на спеціальних об’єктах.

Ключова цінність компанії – якість продукції, тому кожен етап виробництва підлягає строгому контролю.

Компанія має власний сайт, де можна придбати продукцію – <https://ukrtac.org/our-team/>.

На підприємстві “UKRTAC” виготовлення бронежилетів здійснюється поетапно та на декількох спеціалізованих ділянках.

Технологічний процес на ТОВ UKRTAC побудований за принципом поетапного виробництва на спеціалізованих дільницях, що забезпечує високу точність і якість виробів. Виробничий цикл розпочинається з конструкторської дільниці, де створюються креслення та технічна документація, після чого в

розкрійному цеху за допомогою плотера та розкрійного обладнання готуються деталі. Важливою ланкою є відділ автоматів, де на напівавтоматичних машинах виконуються найбільш відповідальні вузли, а також окремий цех для виготовлення м'яких балістичних елементів, де арамідні або поліетиленові матеріали нашаровуються та прошиваються відповідно до технолог.

Виробничий цикл включає:

- конструкторську ділянку, де створюються креслення, технічна документація та розробляється технологія пошиття;
- розкрійний цех, де за допомогою розкрійного обладнання тканину розрізають на окремі деталі за допомогою паперових розкладок, що друкуються на плотері;
- швейний цех, де відбувається зшивання деталей;
- відділ автоматів, де виконуються операції на машинах автоматах та напівавтоматах, що забезпечують високу точність виконання найвідповідальніших взлів;
- цех виготовлення м'яких балістичних елементів, де нашаровуються й прошиваються арамідні або поліетиленові матеріали;
- відділ технічного контролю (ВТК), який проводить вхідний, міжопераційний та вихідний контроль якості;
- відділ комплектування готових деталей.

Особливістю продукції “UKRTAC” є застосування керамічних плит, які розміщуються у спеціальних кишнях. Конструкція бронежилета модульна: плити можна легко вставити або витягти, що значно полегшує ремонт і заміну у процесі експлуатації. Важливо, що спочатку проводиться контроль якості кожного окремого елемента, і лише після цього жилет збирається в єдине ціле. Таким чином, існуюча технологічна схема є багатоступеневою, з чітким розподілом функцій між виробничими ділянками, проте потребує вдосконалення для підвищення ефективності й оптимізації часу виготовлення.

Ключовою перевагою діючої технології є модульність конструкції, що дозволяє легко замінювати керамічні плити у спеціальних кишнях, спрощуючи

ремонт та адаптацію виробу під час експлуатації. На підприємстві впроваджено багаторівневу систему контролю якості, яку здійснює відділ технічного контролю (ВТК) на кожному етапі — від вхідної сировини до готового виробу. Проте аналіз виробничого циклу вказує на певні труднощі, зокрема високу собівартість через використання імпортованих матеріалів (араміди, UHMWPE) та необхідність подальшої оптимізації взаємодії між ділянками для скорочення термінів виробництва

Аналіз виробничого циклу компанії ТОВ UKRTAC та результати переддипломної практики дозволили виділити основні проблеми:

1. Висока вартість матеріалів. Арамід та UHMWPE виробляються переважно за кордоном, що збільшує собівартість продукції.
2. Обмежені можливості власних наукових розробок.
3. Конструктивні труднощі. Підвищення рівня захисту зазвичай призводить до збільшення ваги, що обмежує мобільність бійців.

та сформулювати наступні напрямки підвищення якості продукції та скорочення термінів виробництва, а саме:

- оптимізація взаємодії між ділянками, щоб зменшити простой і запобігти накопиченню незавершеного виробництва;
- впровадження сучасних автоматизованих операцій у розкрої та пошиві;
- розробка нових технічних умов для окремих ділянок (точність розкрою, якість швів, відповідність стандартам).
- розробка власних композитних матеріалів на основі полімерів;
- застосування 3D-друку та нанотехнологій у виготовленні плит;
- підвищення комфортності шляхом кращого розподілу ваги.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано історичний розвиток бронежилетів, їх класифікацію, сучасні матеріали та технології. Визначено, що еволюція бронезахисту пройшла шлях від важких металевих обладунків до відносно легких і високоефективних бронежилетів. Сучасні бронежилети є результатом поєднання полімерних волокон, кераміки та металів, що забезпечує високий рівень захисту при прийнятній вазі.
2. Розглянуто особливості виробництва в Україні та світі, визначено ключові проблеми (дорогі матеріали, обмежені технологічні ресурси). Запропоновано напрями удосконалення, серед яких розробка нових матеріалів, впровадження новітніх технологій і покращення зручності носіння.
3. Проаналізовано технологічний процес виготовлення бронежилетів на підприємств ТОВ UKRTAC. Для підвищення якості та скорочення термінів виробництва сформульовано наступні напрями його вдосконалення:
 - оптимізація взаємодії між ділянками, щоб зменшити простой і запобігти накопиченню незавершеного виробництва;
 - впровадження сучасних автоматизованих операцій у розкрої та пошиві;
 - розробка нових технічних умов для окремих ділянок (точність розкрою, якість швів, відповідність стандартам).

Таким чином, сформульовано задачі подальшого дослідження:

1. Розробка проєктно–конструкторської документації на бронежилет модульний..
2. Дослідження фізико – механічних показників матеріалів, які застосовуються для виготовлення чохла бронежилету модульного.
3. Дослідження технологічного процесу виготовлення бронежилетів модульних та формулювання практичних пропозицій щодо його вдосконалення.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Допроєктні дослідження

Проектування бронежилету потребує допроєктних досліджень, які дають можливість визначити цільову аудиторію, сформулювати вимоги до експлуатації, конструкції та матеріалів. Аналіз ринку дозволяє визначити тенденції у сфері індивідуального захисту.

2.1.1 Дослідження сфери споживання. Визначення групи споживачів та виду бронежилету (модульного)

Основними користувачами модульних бронежилетів є:

- військовослужбовці Збройних Сил;
- бійці сил спеціальних операцій;
- працівники Національної гвардії;
- підрозділи територіальної оборони;
- служби охорони.
- До вимог сучасних користувачів належать:
- мобільність та мінімальна вага;
- можливість встановлення додаткових елементів (захист паху, шиї, плеча, стегна тощо);
- наявність системи MOLLE;
- система швидкого скидання.

Враховуючи специфіку бойових умов, модульний бронежилет є хорошим варіантом, адже він може адаптуватись до конкретних завдань.

Характеристика типу споживача представлена у таблиці 2.1.

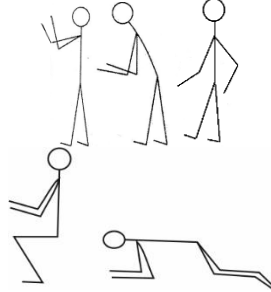
Таблиця 2.1 – Характеристика типу споживачів одягу

Найменування ознаки	Варіанти			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Антропометричні				
Стать	чоловіча	жіноча		
Вікова група	18–29	30–44	45–55	56 та більше
Зріст	152–158	164–170	176–182	182 та більше
Розмір	S	M	L	XL
Осанка	сутула	перегиниста	нормальна	
Жировідкладення	нижнє	верхнє	рівномірне	
Форма живота	впала	пряма	округло-випукла	
Висота плечей	низькі	нормальні	високі	
Довжина шії	довга	середня	коротка	
Форма обличчя	округле	трикутне	овальне	квадратне
Фізіологічні				
Система терморегуляції	нормальна	знижена	підвищена	
Потовиділення	підвищене	знижене	нормальне	
Соціально-демографічні				
Місце проживання	Велике місто	Невелике місто	Селище міського типу	село
Кліматична зона	I	II	III	IV
Рівень достатку	стабільний	нестабільний	забезпечений	незабезпечений
Рід діяльності	робітник	студент	військовослужбовець	службовець

За складеною характеристикою типів споживачів визначається габітус, тобто тип споживачів, для яких в подальшому буде розробляється бронежилет. Отже, обраний габітус, це чоловіки та жінки 18–56 років, розміру – S–XL, зростів – 164–190, середнього типу статури, із нормальним метаболізмом, нормальною поставою, рівномірним типом жировідкладень. Споживач на якого проектується бронежилет це військовий, що може проживати у різних місцях та виконувати різну роботу. Для комфорту споживача важливим є функціональність та зручність.

Для обраної групи споживачів та асортименту одягу (бронежилет модульний) складаємо перелік типових ситуацій використання виробів, що представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика ситуацій використання бронежилета модульного.

Вид діяльності	Опис ситуації	Типові рухи споживачів при користування виробами
1	2	3
Робота	Хода, піднімання рук вгору, відведення вперед, у сторону, повороти тулуба, нахил тулуба вперед, назад, присідання, повзання, біг, ведення бойових дій, носіння додаткового спорядження	

Таким чином, виріб, що проєктується – це бронежилет модульний для чоловіків та жінок віком 18–56 років [72].

2.1.2 Визначення споживчих та виробничих вимог до виробу

Споживчі вимоги:

- відповідність заявленому класу захисту;
- зручність під час тривалого носіння;
- стабільність форми;
- стійкість матеріалів до кліматичних умов;
- ремонтпридатність;
- можливість заміни бронеплит та балістичних пакетів.

Виробничі вимоги:

- можливість масового виробництва;
- доступність матеріалів та комплектуючих;
- уніфіковані вузли та методи обробки.

2.2 Формування матриці морфологічних ознак бронежилета модульного

На основі аналізу споживчих та виробничих вимог до одягу було сформовано матрицю морфологічних ознак виробів, яка містить

характеристику властивостей одягу, найголовніших для визначеного робочого одягу сформульовано в таблиці 2.3 .

Таблиця 2.3 – Матриця морфологічних ознак для бронежилета модульного

Шифр ознак	Назва ознак	Варіант ознак
1	2	3
1	Ознаки форми	
1.2	Об'ємність форми	Середня** Мала* Велика***
1.3	Силует	Прямий*** Напівприлеглий* Прилеглий*
1.4	Довжина	Нижче лінії стегон*** До стегон*
2	Ознаки конструкції	
2.1	Вид застібки	Текстильна застібка* Система швидкого скидання***
2.2	Вид кишень	Прорізнi* Під блискавку** Накладні** Із застібкою під липучку**
3	Тканина	
3.1	Волокнистий склад	Натуральні** Синтетичні*** Змішані тканини***
3.2	Колір	Світлий* Темний*** Нейтральний***
3.3	Рисунок	Гладкофарбована** Смужка* Клітинка* Рослинний** Камуфляжний***

Примітка. *– малозначна ознака ; **– важлива ознака; ***– дуже важлива ознака .

На основі проведеного аналізу морфологічних ознак визначено, що пріоритетними для проектування є прямий силует, довжина нижче лінії стегон та використання системи швидкого скидання, яка є критично важливою для засобів індивідуального захисту. Вибір синтетичних або змішаних тканин із камуфляжним малюнком зумовлений необхідністю забезпечення високої зносостійкості та маскувальних властивостей виробу в польових умовах.

Зазначені характеристики безпосередньо впливають на формування подальших вимог до конструкції, зокрема щодо наявності функціональних кишень для бронеплит, можливості регулювання розміру та забезпечення загальної ергономічності бронезилета під час активного руху

2.3 Формування вимог до модульних бронезилетів

Вимоги до модульного бронезилета:

- кишені для бронеплит та балістичних пакетів;
- система швидкого скидання;
- можливість регулювати розмір;
- ремонтпридатність;
- можливість замінити пошкоджений елемент не демонтуючи бронезилет.

Для проєктування виробів особливе значення має розробка номенклатури показників якості (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Споживчі та виробничі вимоги бронезилетів модульних

Найменування вимоги	Одиничні складові вимоги	Характеристика одиничного показника
1	2	3
1. Показники призначення		
1.1. Відповідність виробу основному функціональному призначенню	Призначення Габітус	спеціальне; чоловіки та жінки; військовослужбовець.
1.2. Відповідність виробу розмірній і повнотно-віковій групі	Вік споживача Розміри Зрости	18–56 років; S–XL; 164–190;
1.3. Відповідність виробу сезону, сфері використання та умовам експлуатації	Сфера використання Сезон Параметри навколишнього середовища	військове призначення; всесезонний; 0–250С, вологість повітря 60–100%,
1.4. Відповідність основних матеріалів, оформлення і фурнітури призначенню виробу	Сировинний склад основного матеріалу Фізико–механічні показники матеріалів Технологічні показники матеріалів Фурнітура Термін фізичного старіння Термін морального старіння	100% ПЕ; малий розсув ниток, середня жорсткість; стійкість до тертя, низький ступінь обсіпання зрізів; блискавка, текстильна тасьма; 2 роки; без обмежень

Кінець таблиці 2.4

1	2	3
2. Показники стійкості до зовнішніх дій		
2.1. Можливість хімічного чищення, прання й прасування	Види догляду	хімічне чищення; без прання та прасування
2.2. Стійкість з'єднання деталей	Місце і характер підвищених експлуатаційних навантажень	Карман під плиту, плечові лямки
3. Ергономічні показники		
3.1. Динамічна відповідність	Найважливіші рухи при експлуатації	Хода, піднімання рук вгору, відведення вперед, у сторону, повороти тулуба, нахил тулуба вперед, назад, присідання, повзання, біг, ведення бойових дій, носіння додаткового спорядження
3.2. Зручність експлуатації виробу	Функціонально–необхідні конструктивні елементи	система швидкого скидання; відкриті кишені для плит; можливість швидкого ремонту чи заміни.

Таким чином, сформовано основні вимоги до виробів, що проєктуються бронежилета модульного.

2.4 Розробка бронежилета модульного розміру S

Для розгляду питання покращення технології виготовлення бронежилетів, було представлено базову модель бронежилету модульного розміру S та надано технічний малюнок та опис зовнішнього вигляду (Додаток А.4).

2.5 Вибір пакету матеріалів

Потреба в засобах індивідуального захисту є актуальною темою сьогодення. Легка промисловість активно перелаштувалась на виготовлення тактичної продукції. Відносно росту попиту на речі тактичного призначення, виріс попит на матеріали з яких їх виготовляють.

Характеристика матеріалів та фурнітури, які пропонується використовувати при виготовленні бронежилету, надано у вигляді таблиць 2.5, 2.6.

Таблиця 2.5 – Характеристика пакету матеріалів, ниток та фурнітури для бронежилету модульного

Вид матеріалу	Назва матеріалу	Призначення у виробі	Основні властивості	Вміст матеріалів	Постачальник
1	2	3	4	5	6
Основний	Тканина поліамідна Тип 1	Зовнішній шар бронежилета	Висока міцність, стійкість до стирання, вологостійкість	100% поліамід з PU–покриттям	Україна, ЄС
Основний	Сітка 3D (спейсер)	Вентиляція поверхонь контакту	Повітропроникність, амортизація, терморегуляція	ПЕ 100%	Військові постачальник
Підкладковий	Підкладка ПЕ 190Т	Внутрішнє оздоблення	М'яка, гладка, стійка до зносу	ПЕ 100%	Україна
Комплектуючі	Текстильна застібка	Кріплення модулів	Висока зносостійкість, багаторазове з'єднання	Нейлон 100%	Velcro/УКК
Комплектуючі	D–кільця	Регулювання лямок	Ударостійкість, морозостійкість	Поліацеталь (POM)	Duraflex
Комплектуючі	Блискавка	На кишнях	Зносостійкість, плавний хід	Нейлон+метал [70]	УКК
Комплектуючі	Стрічка стропова 25–50 мм	Кріплення системи MOLLE, лямки	Міцність, стійкість до розриву	ПЕ 100%	Україна
Комплектуючі	Нитки армовані №40	Швейні операції	Висока міцність, термостійкість	Поліамід/поліестер	Gutermann
Амортизує	Ізолон ППЕ (спінений PE)	Пом'якшення, амортизація	Легка вага, теплоізоляція	Поліетилен спінений 100%	Україна
Балістичні	Арамідні шари (Kevlar/Twaron)	Основний протикульовий бар'єр	Висока енергоємність, розтяг	Поліарамід 100%	ЄС/США
Балістичні	UHMWPE плити (Dyneema)	Захист IV–V клас	Низька вага, висока міцність	Поліетилен НВЩ	ЄС/США

Таблиця 2.6 – Фурнітура для бронежилету модульного

№	Назва елемента	Зображення
1	2	3
1	Застібка швидкого скидання (Rok)	
2	D-кільце	
3	Застібка блискавка 8 мм	
4	Бігунок 8 мм	
5	Нитка 40 100% ПЕ	
6	Текстильна застібка	

Обраний пакет матеріалів та фурнітури забезпечує поєднання високих захисних властивостей із необхідною ергономічністю конструкції. Використання поліамідної тканини Типу 1 (Cordura 1000D) як основного матеріалу чохла гарантує високу стійкість до стирання та вологостійкість, що повністю відповідає нормативним вимогам Міністерства оборони України. Комбінація арамідних шарів (Kevlar/Twaron) та плит із високомолекулярного поліетилену (UHMWPE) утворює надійний балістичний бар'єр, здатний

поглинати кінетичну енергію засобу ураження при збереженні прийнятної ваги виробу. Водночас застосування 3D-сітки (спейсера) та ізолону ППЕ у внутрішніх шарах забезпечує ефективну вентиляцію та амортизацію під час тривалої експлуатації. Вибір функціональної фурнітури, зокрема системи швидкого скидання та надійних армованих ниток, спрямований на підвищення надійності з'єднань та забезпечення можливості миттєвого зняття спорядження в екстремальних умовах, що є критично важливим для збереження життя військовослужбовця.

2.6 Розробка базової конструкції бронежилета

Базова конструкція для виробничого одягу розроблялась на основі аналізу умов споживачів, вивчення рухів та динамічних змін розмірів тіла, а також на основі фізико–механічних показників матеріалів, що використовуються. Перед побудовою базової конструкції бронежилету, було надано розмірну сітку (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Розмірна сітка для розробки базової конструкції бронежилета

Розмір жилета	Характеристики жорстких бронеелементів, мм	Мінімально допустима площа, не менше, дм
S	222 × 298	6,0
M	241 × 318	7,05
L	260 × 337	8,0
XL	280 × 356	9,0

Наведена розмірна сітка є основою для подальшого проектування, оскільки вона встановлює чітку залежність між антропометричними параметрами користувача та габаритами жорстких бронеелементів. Визначені розміри плит (від 222×298 мм для розміру S до 280×356 мм для XL) безпосередньо впливають на геометрію кишень чохла, що є критично важливим для надійної фіксації балістичного захисту. При побудові основи, окрім параметрів плит, враховуються також припуски на свободу руху та

багатошаровість одягу під бронежилетом, що забезпечує необхідний рівень ергономічності під час виконання бойових завдань

Побудова основи базувалась на вихідних даних для побудови креслення бронежилету (таблиця 2.8), припусках для побудови креслення бронежилета модульного (таблиця 2.9) та розмірах жорсткого бронеелементу (таблиця 2.10).

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для побудови креслення бронежилета

№	Назва виміру	Довжина, см
1	Обхват грудей	88
2	Напівобхват грудей	44
3	Довжина спинки	40
4	Довжина переду	39
5	Ширина плеча	38
6	Глибина пройми	20

Таблиця 2.9 – Припуски для побудови креслення бронежилета модульного.

№	Назва припуску	Розмір припуску, мм
1	Припуск на одяг під бронею + свобода руху	15
2	Припуск на доступність кишень	8
3	Припуск на шви	10

Таблиця 2.10 – Розміри жорстких бронеелементів

Розмір	Висота(мм)	Ширина (мм)
S	222	298
M	241	318
L	260	337
XL	280	356

Керамокомпозитні жорсткі бронеелементи вимірюються з фронтальної та тильної сторони за габаритними розмірами, без демпферного облицювання та зовнішнього упакування, за умови дотримання мінімально допустимих площ

[65]. Тильна сторона вимірюється у комплекті із захисною структурою бронееlementу [30].

Згідно з наданими лінійними вимірами було побудовано конструкцію бронезилета модульного (Додаток А.2). Креслення БМ бронезилета модульного наведено на рисунку 2.2.

На основі побудованої конструкції бронезилета було розроблено зображення робочих лекал з позначеннями лінійних вимірів (рисунки 2.3 – 2.34).

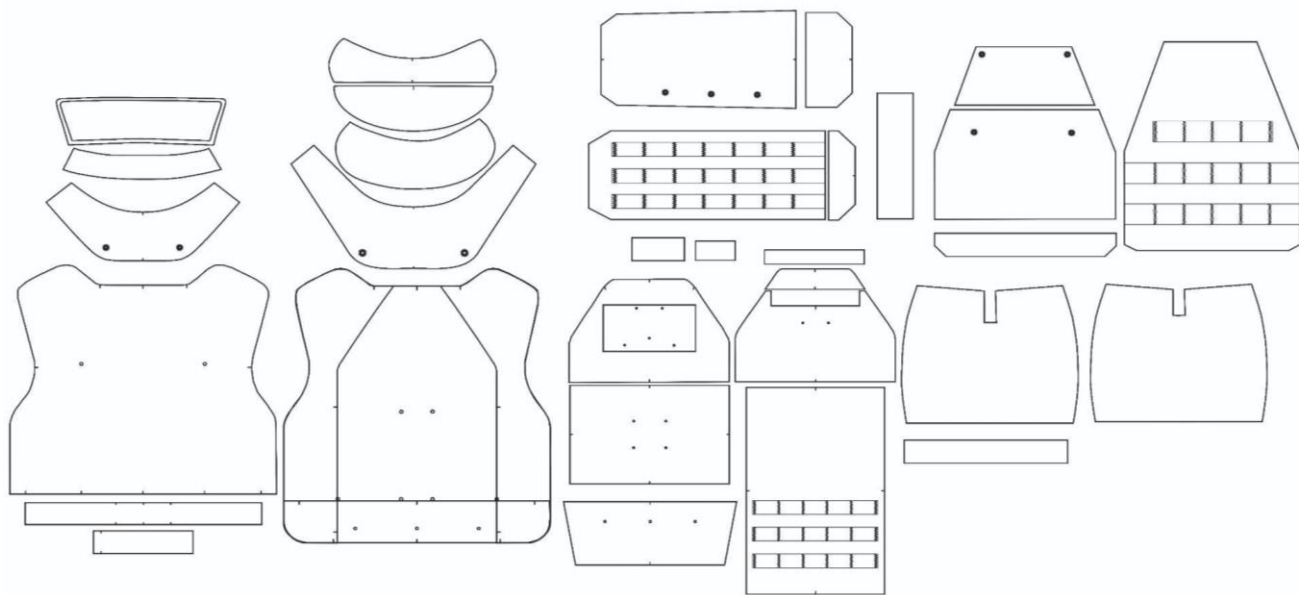


Рисунок 2.2 – Креслення БМ бронезилета модульного

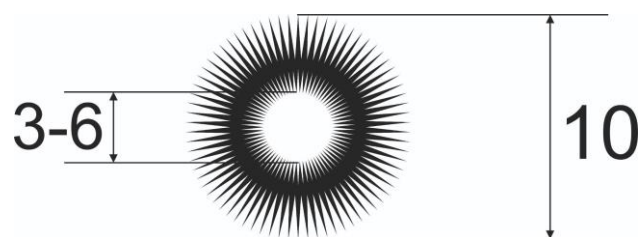


Рисунок 2.3 – Зображення дренажного отвору з позначенням лінійних вимірів та допусків

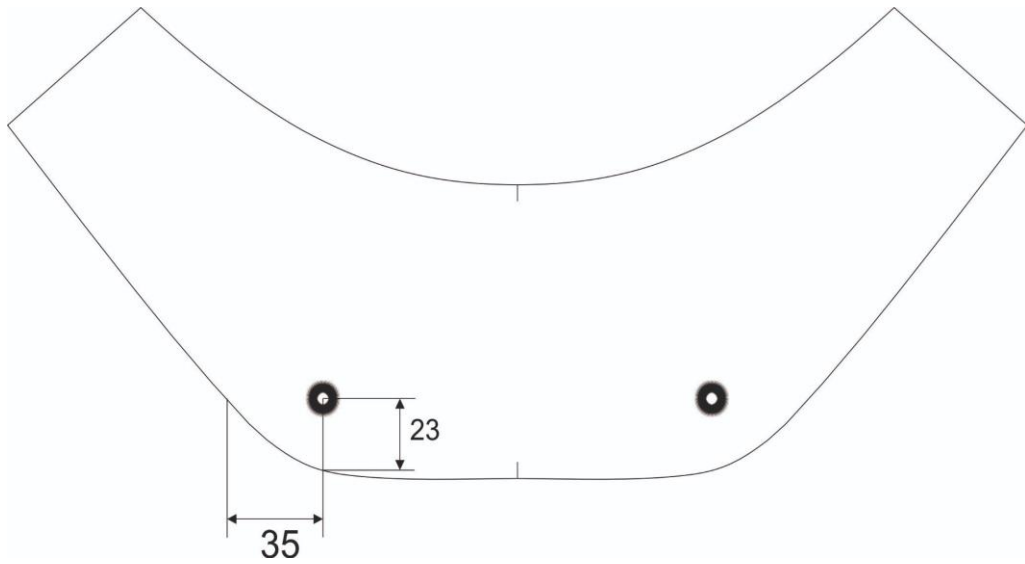


Рисунок 2.4 – Зображення виготовлення дренажного отвору на деталі захисту шії переду з позначенням лінійних вимірів та допусків

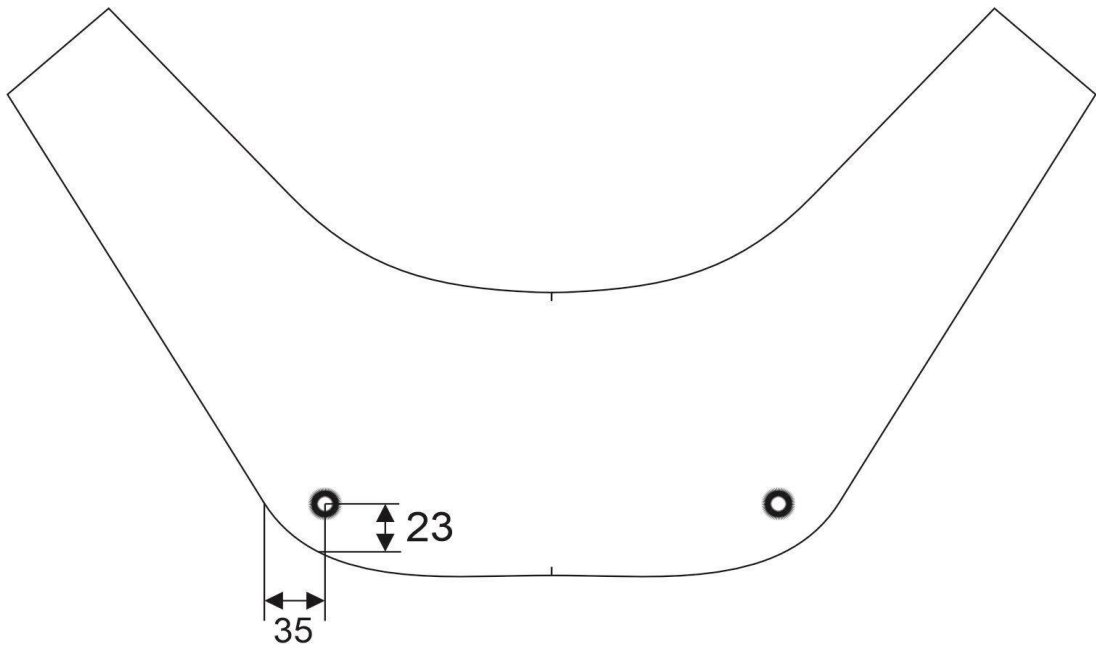


Рисунок 2.5 – Зображення виготовлення дренажних отворів на деталі захисту шії спини з позначенням лінійних вимірів та допусків

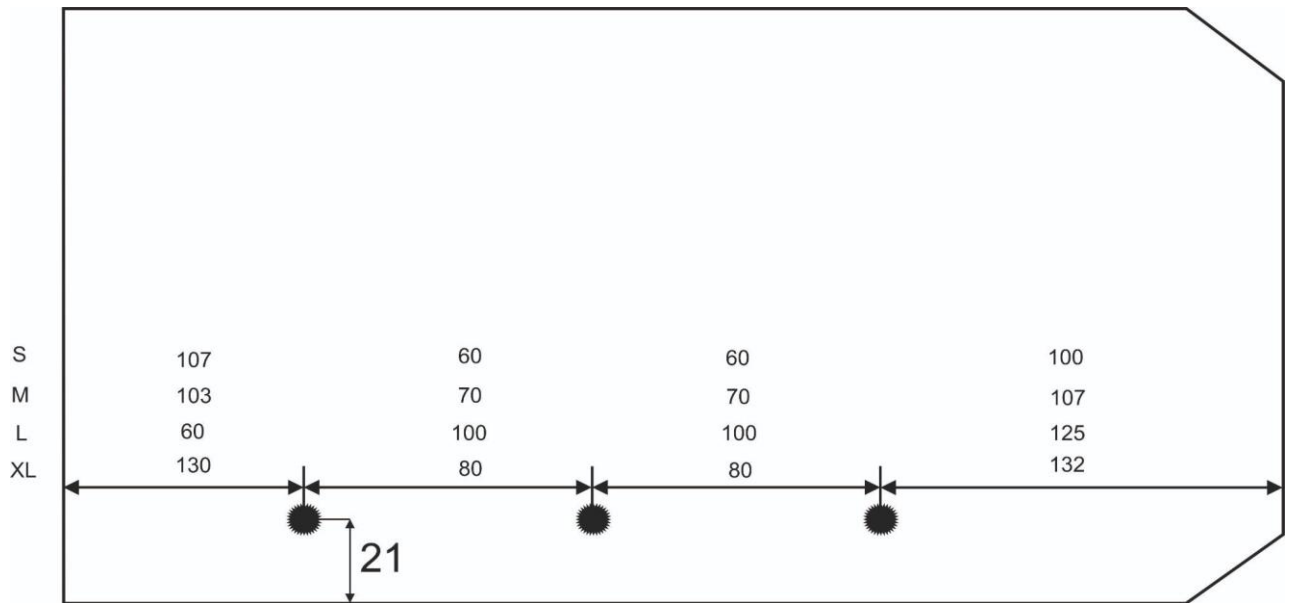


Рисунок 2.6 – Зображення виготовлення дренажних отворів на внутрішній деталі камербанду з позначенням лінійних вимірів та допусків

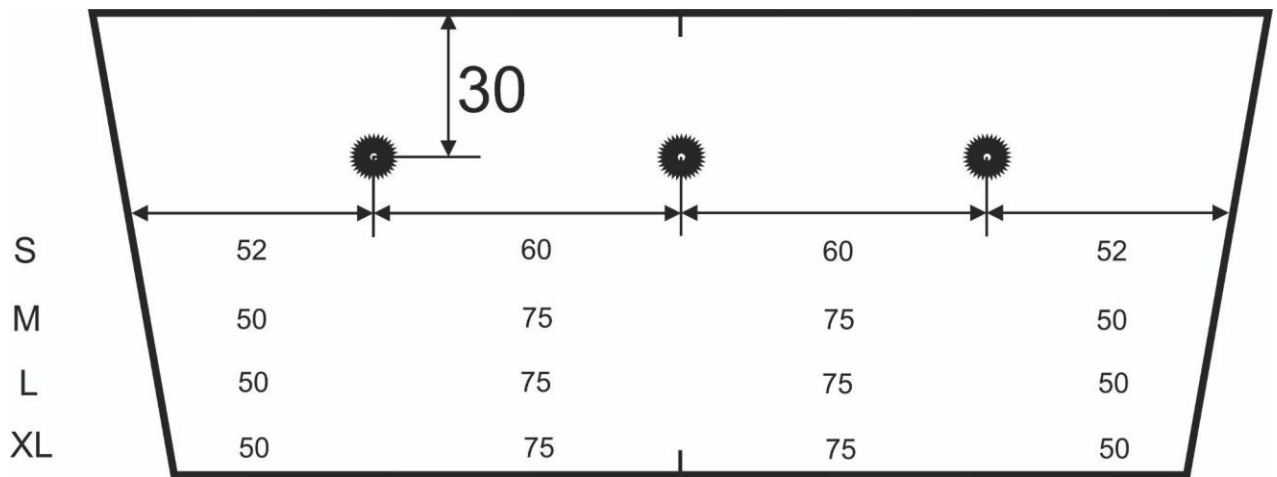


Рисунок 2.7 – Зображення виготовлення дренажних отворів на деталі клапану з позначенням лінійних вимірів та допусків

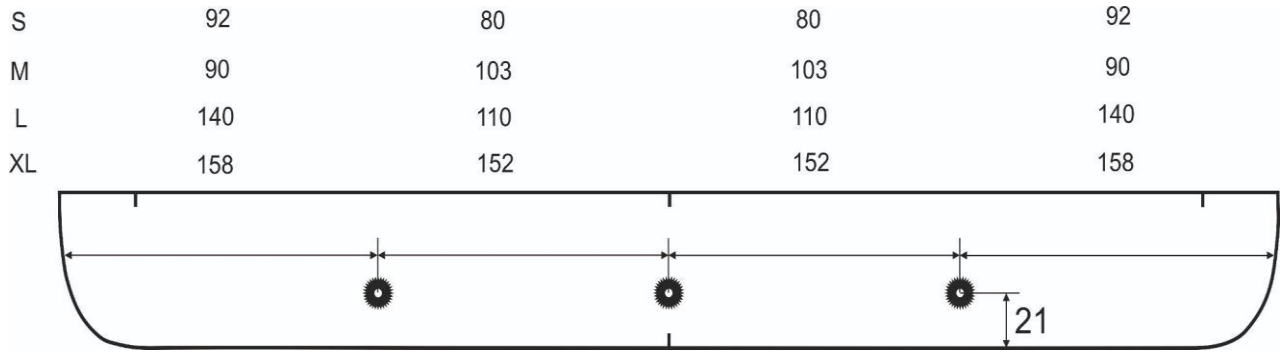


Рисунок 2.8 – Зображення виготовлення дренажних отворів на деталі нижньої частини основи з позначенням лінійних вимірів та допусків

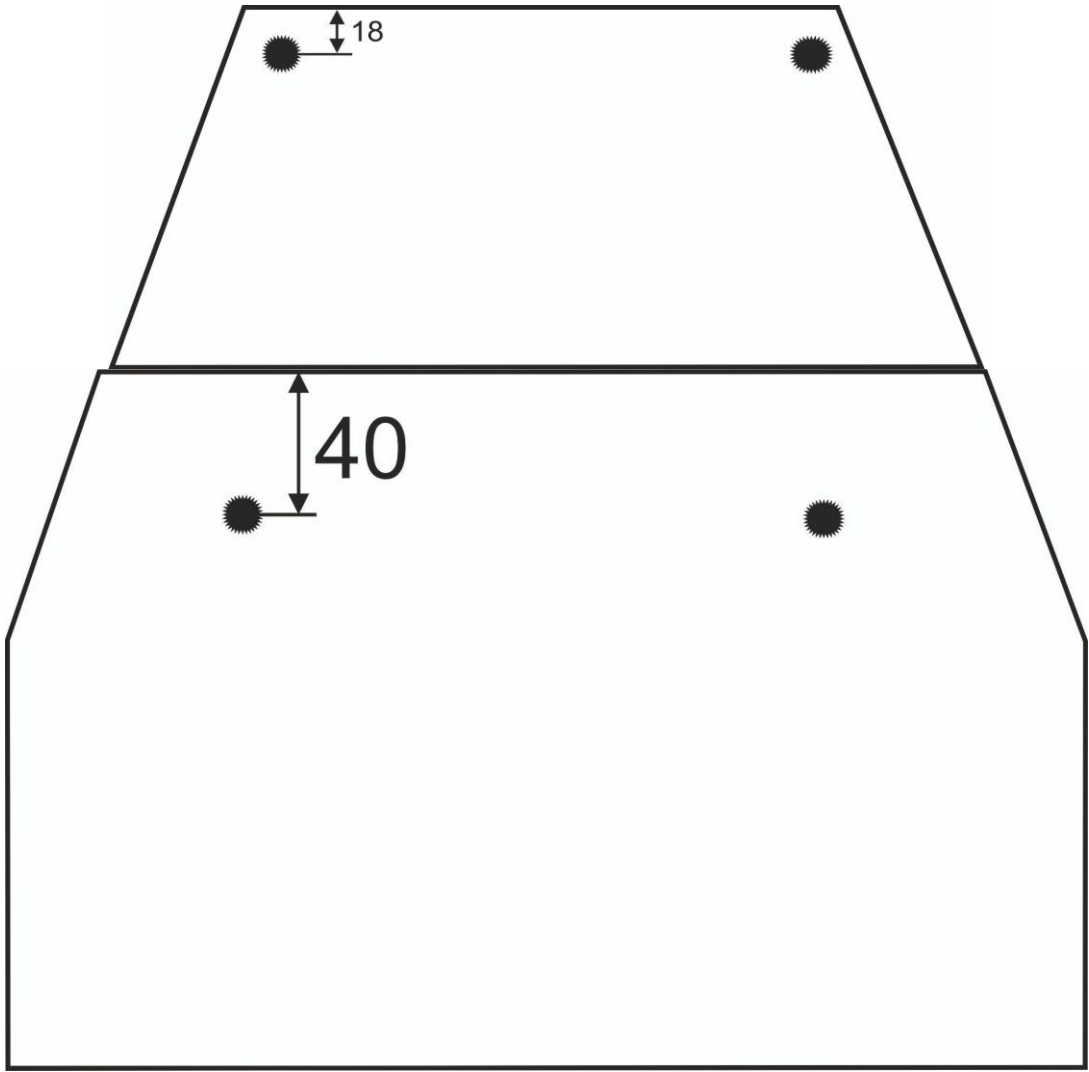


Рисунок 2.9 – Зображення виготовлення дренажних отворів на деталях внутрішньої частини захисту паху з позначенням лінійних вимірів та допусків

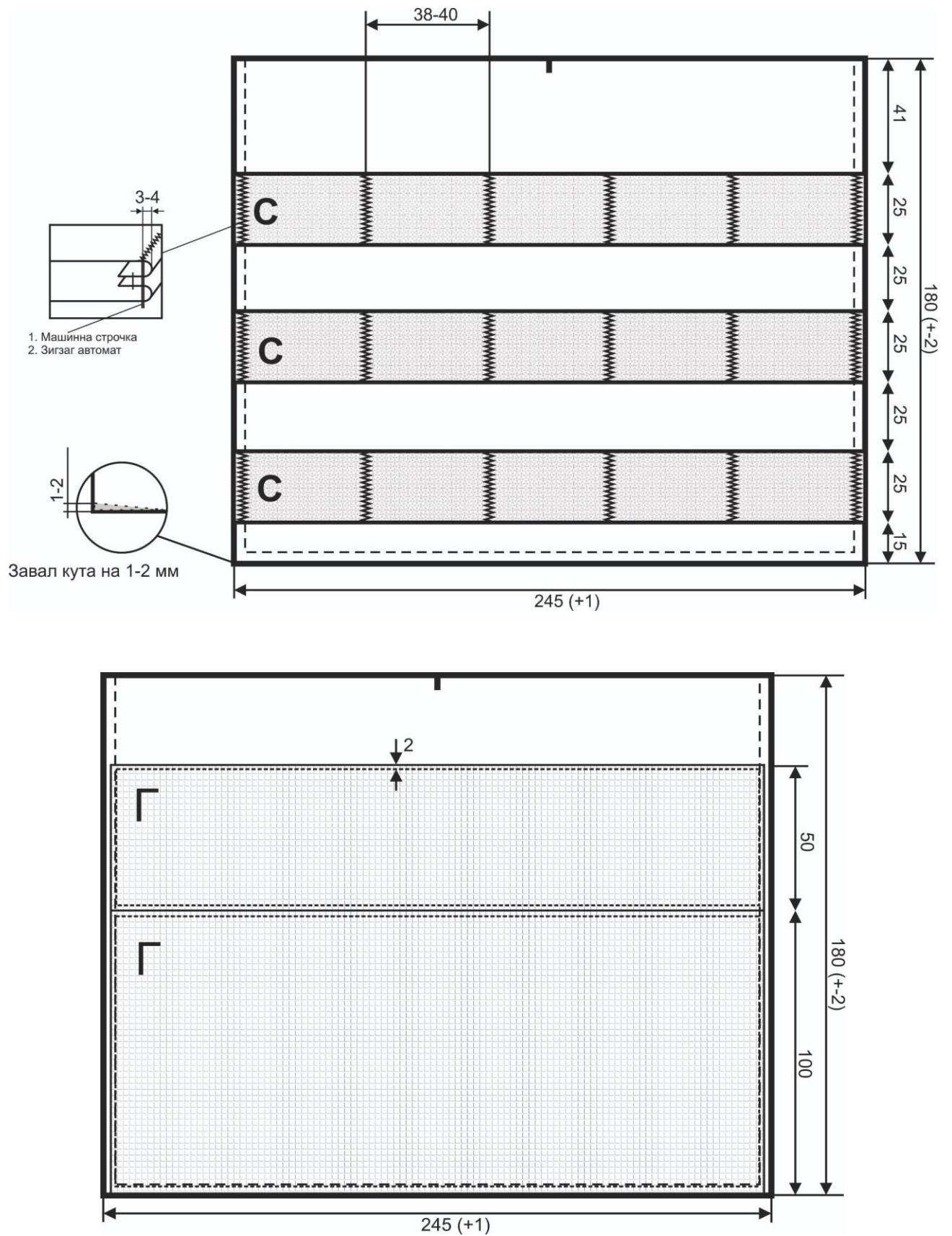


Рисунок 2.10 – Зображення платформи з позначенням лінійних вимірів та допусків

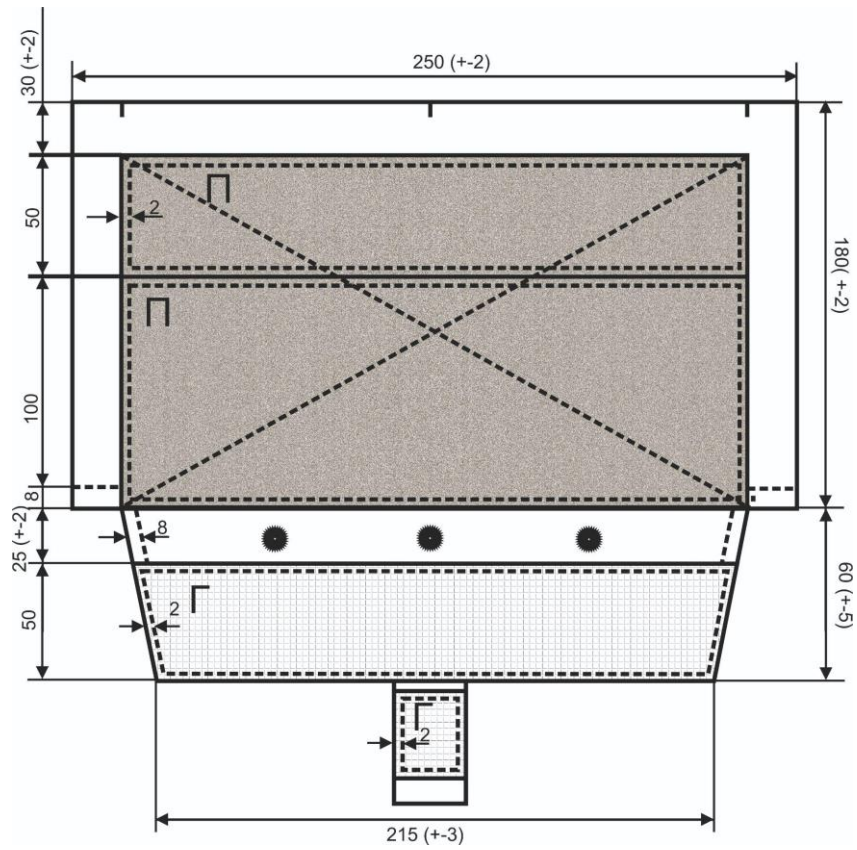


Рисунок 2.11 – Зображення підплатформи полочки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

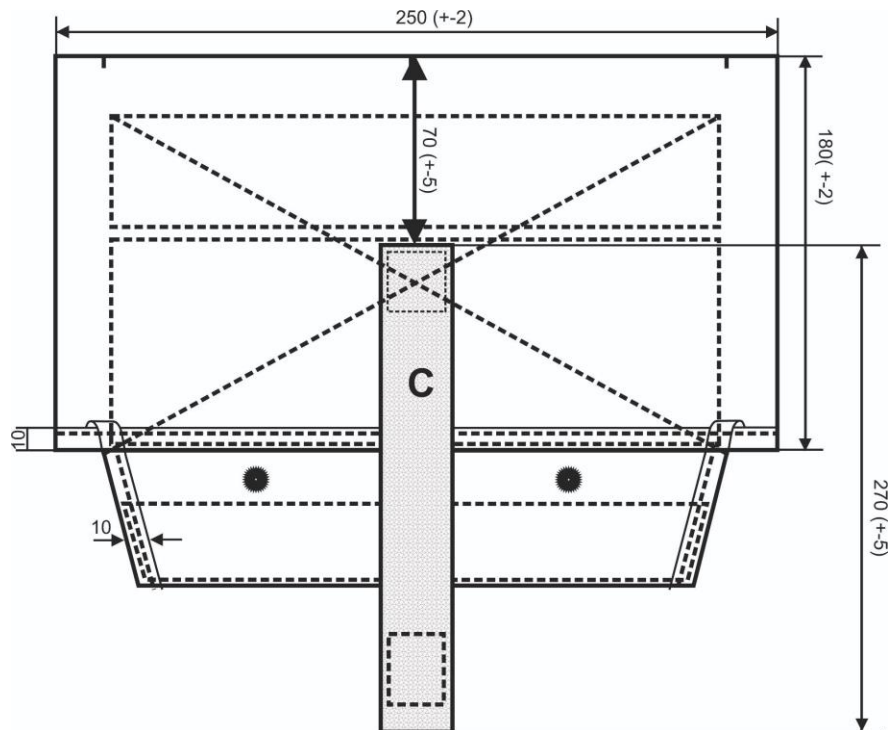


Рисунок 2.12 – Зображення підплатформи полочки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

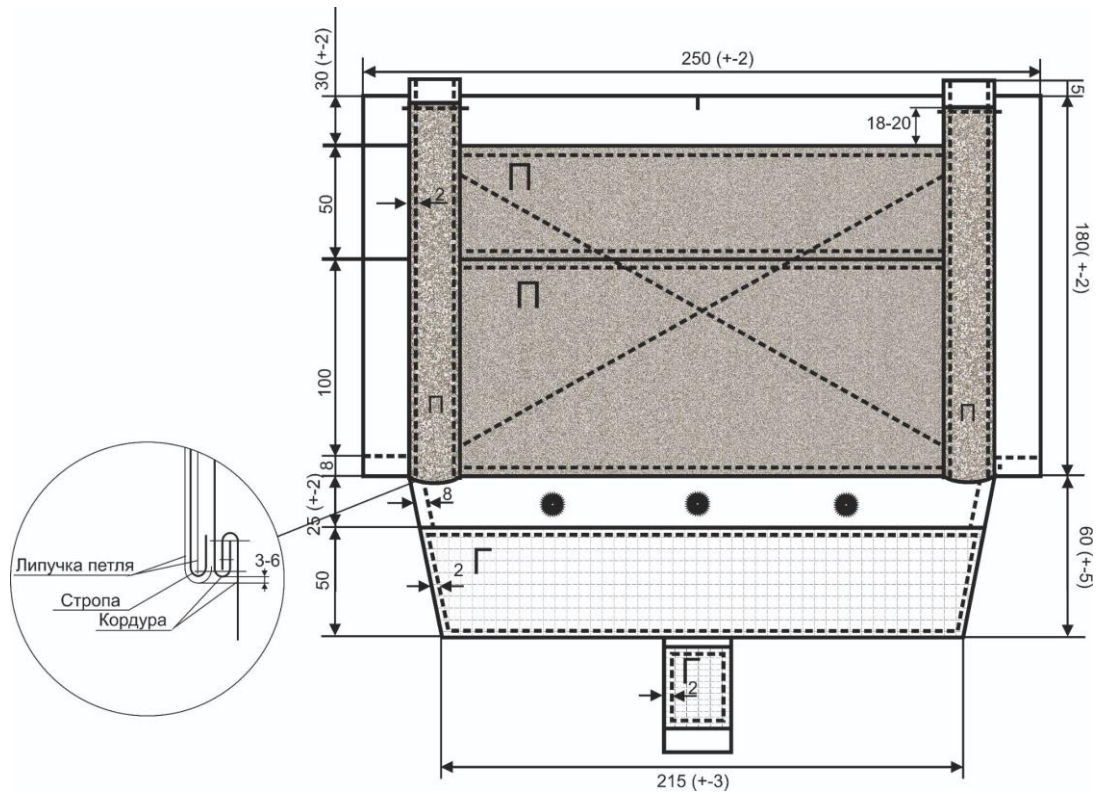


Рисунок 2.13 – Зображення підплатформи спинки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

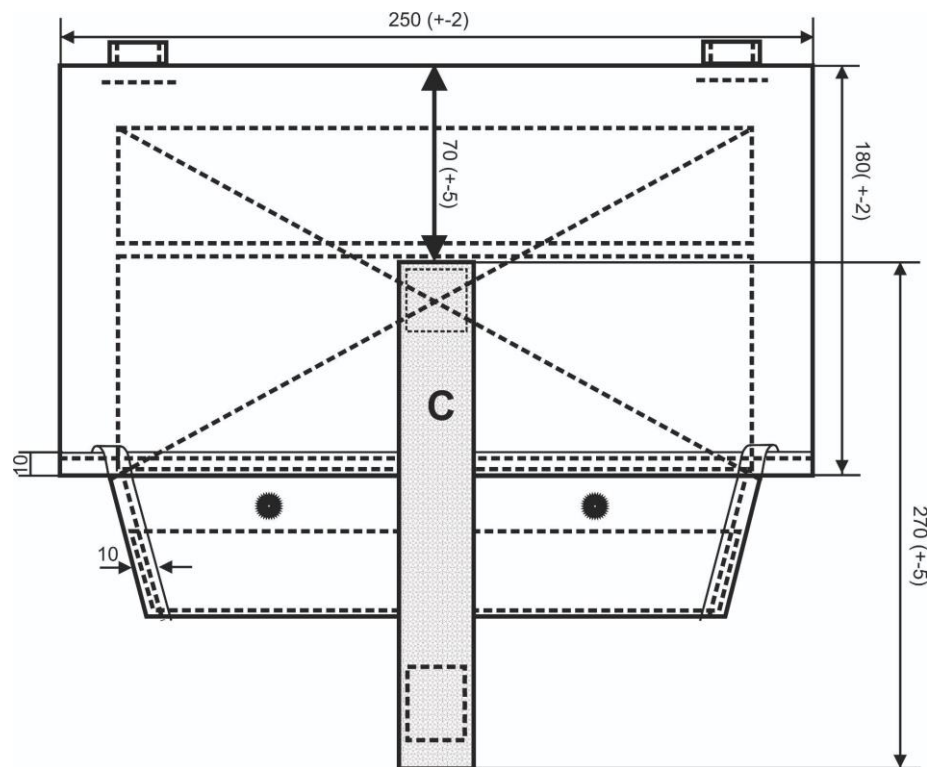


Рисунок 2.14 – Зображення підплатформи спинки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

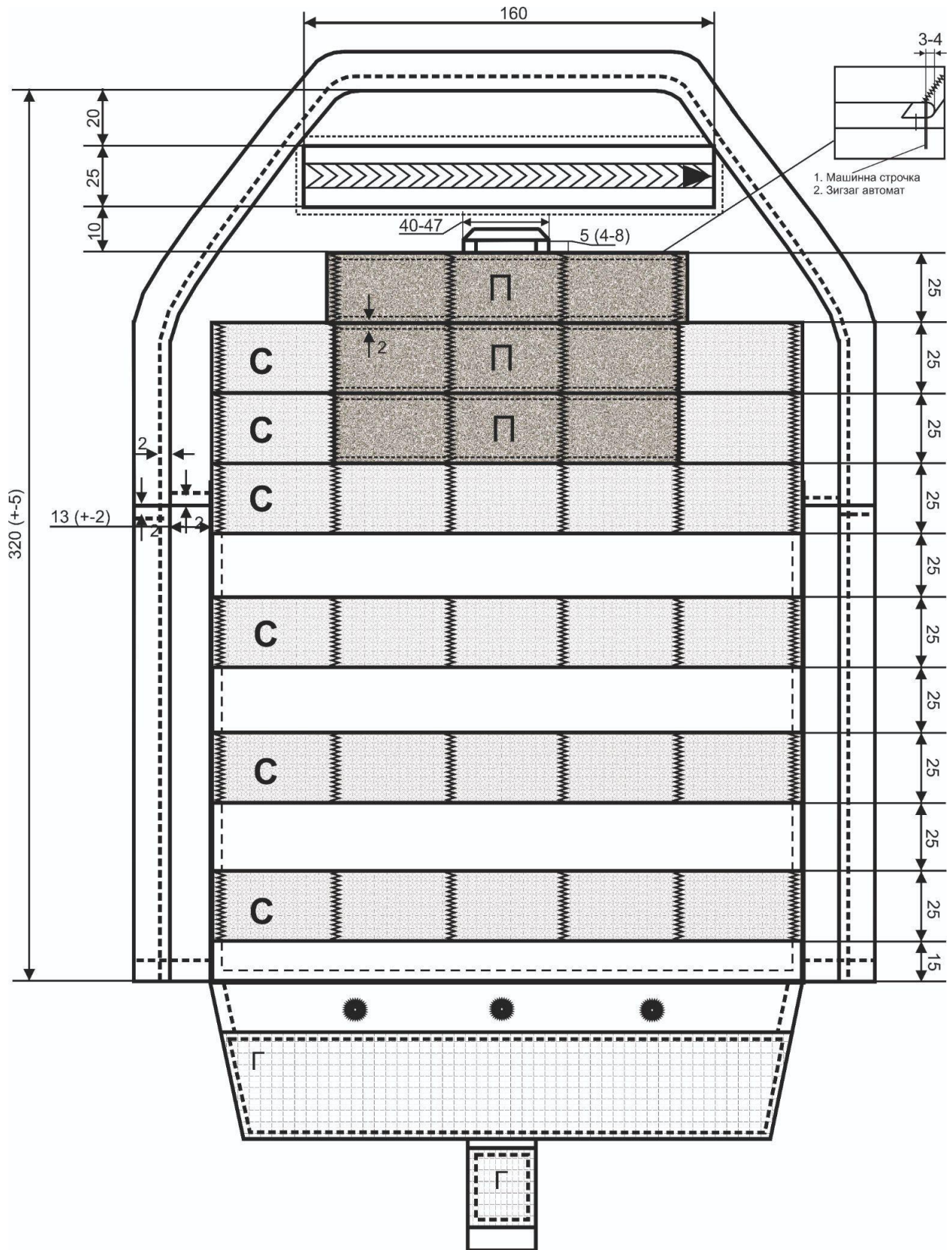


Рисунок 2.15 – Зображення кишені під плиту полочки з позначенням лінійних вимірів та допусків

Рисунок 2.16 – Зображення кишені під плиту спинки з позначенням лінійних вимірів та допусків

Рисунок 2.17 – Зображення внутрішньої основи (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

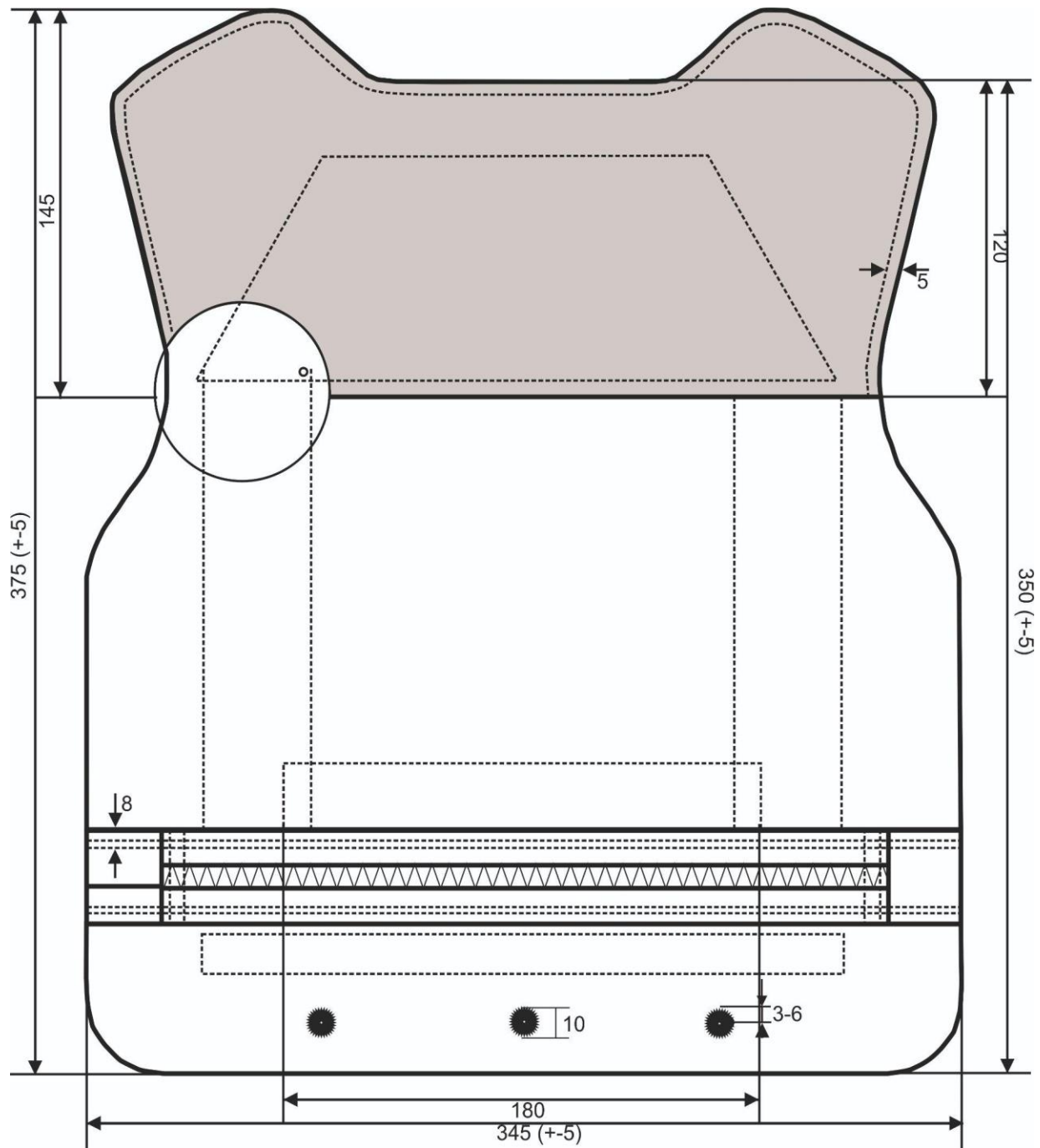


Рисунок 2.18 – Зображення внутрішньої основи (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

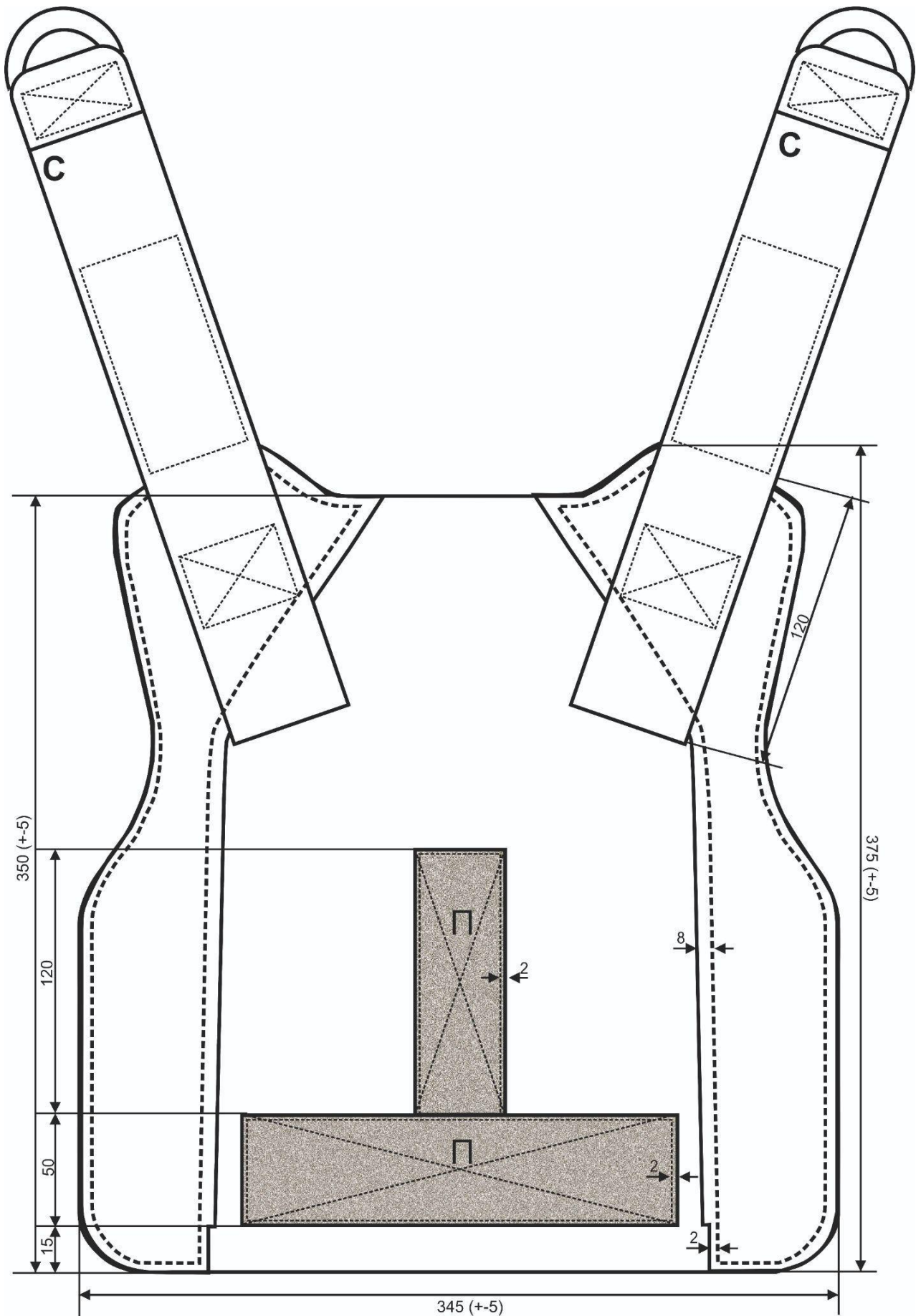


Рисунок 2.19 – Зображення зовнішньої основи полочки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

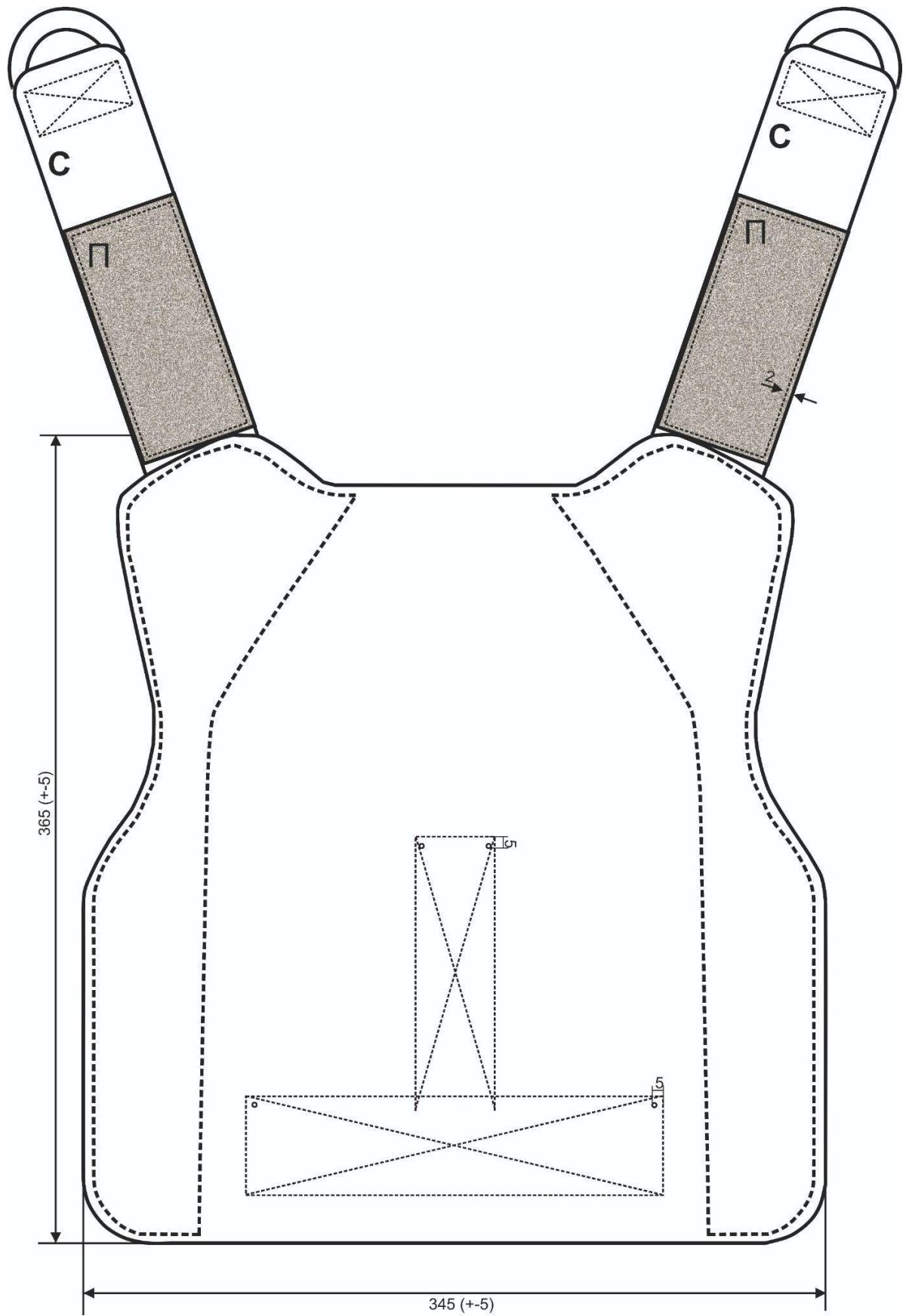


Рисунок 2.20 – Зображення зовнішньої основи полочки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

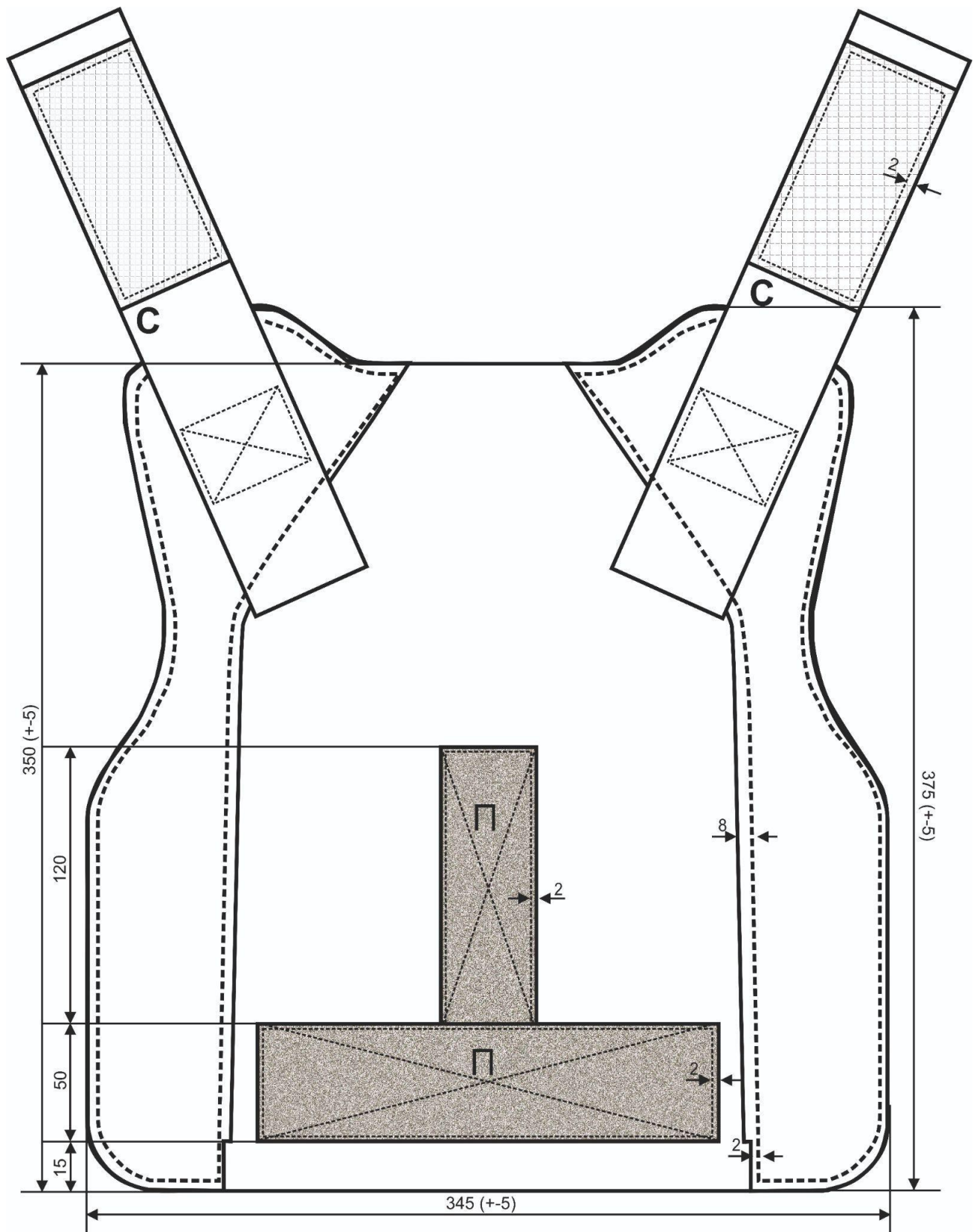


Рисунок 2.21 – Зображення зовнішньої основи спинки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

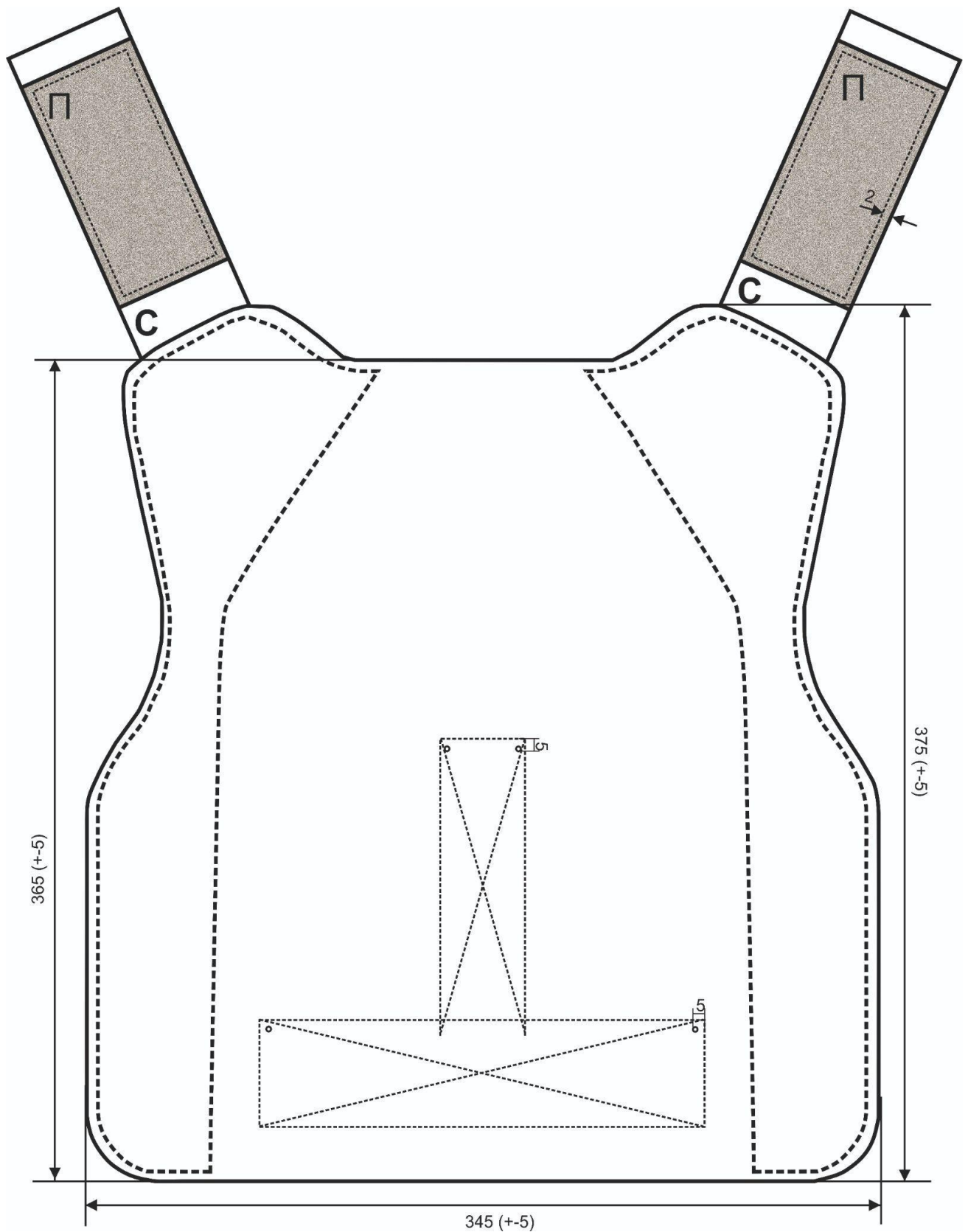


Рисунок 2.22 – Зображення зовнішньої основи спинки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

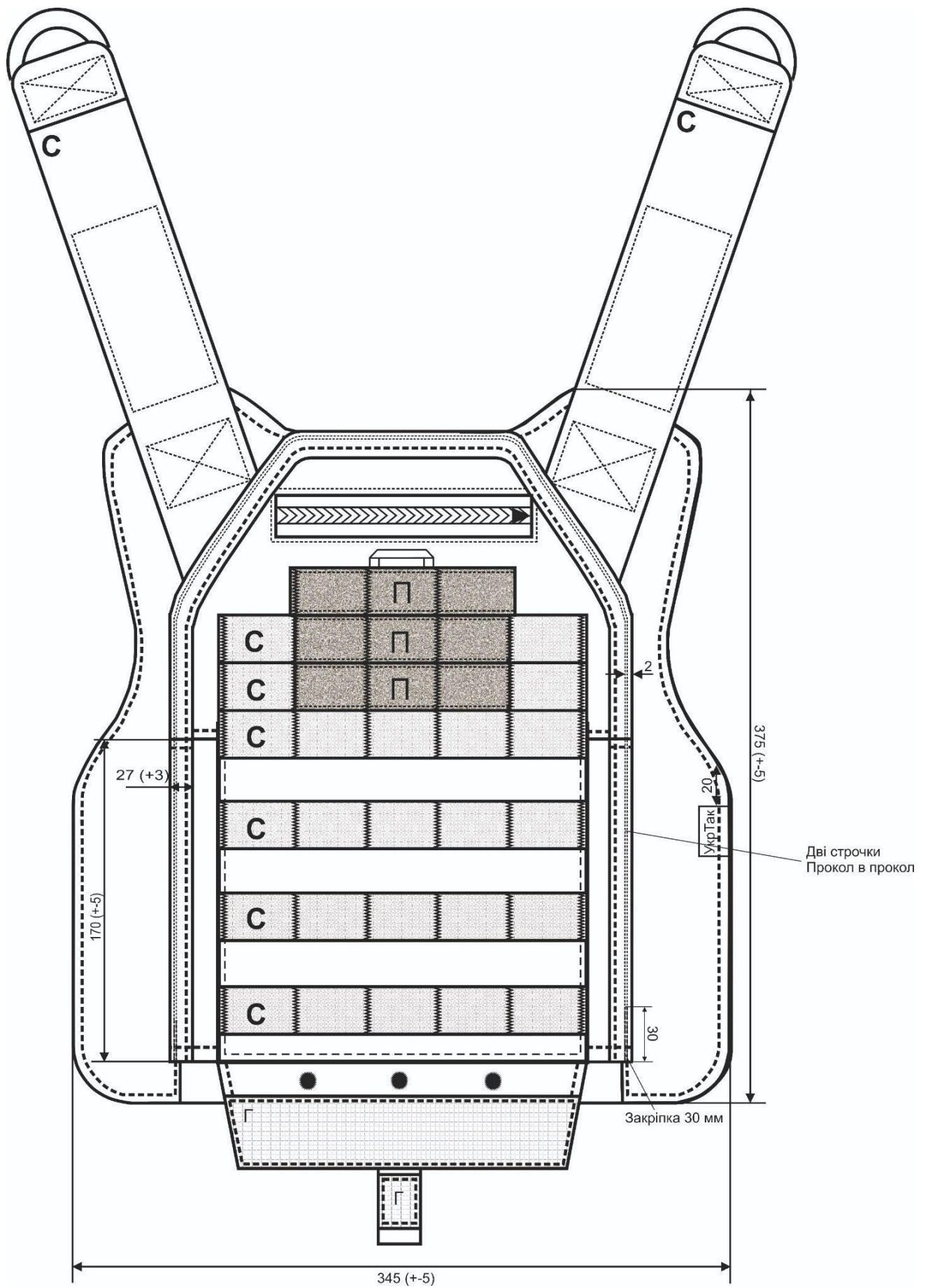


Рисунок 2.23 – Зображення зовнішньої частини полочки з позначенням лінійних вимірів та допусків

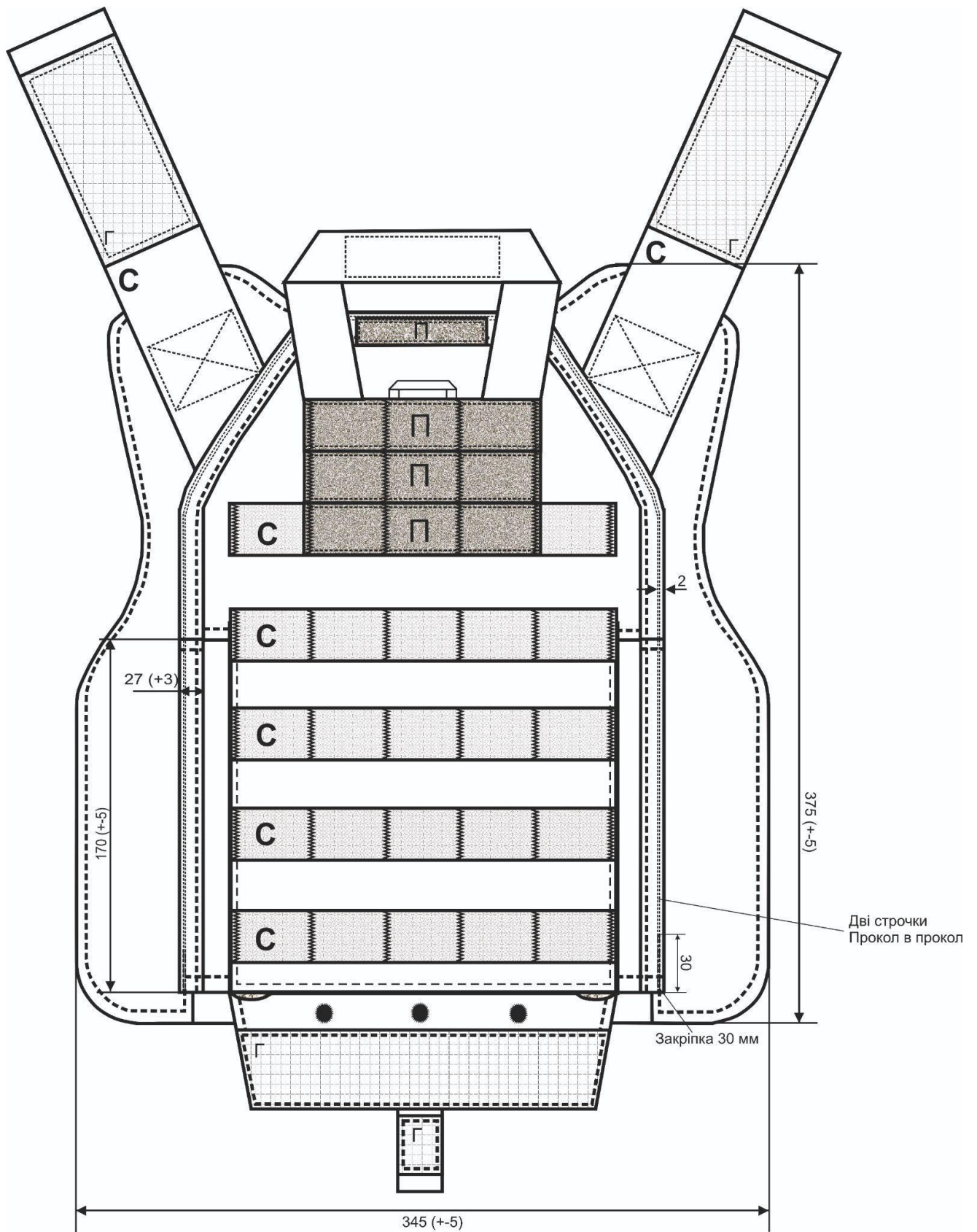


Рисунок 2.24 – Зображення зовнішньої частини спинки з позначенням лінійних вимірів та допусків

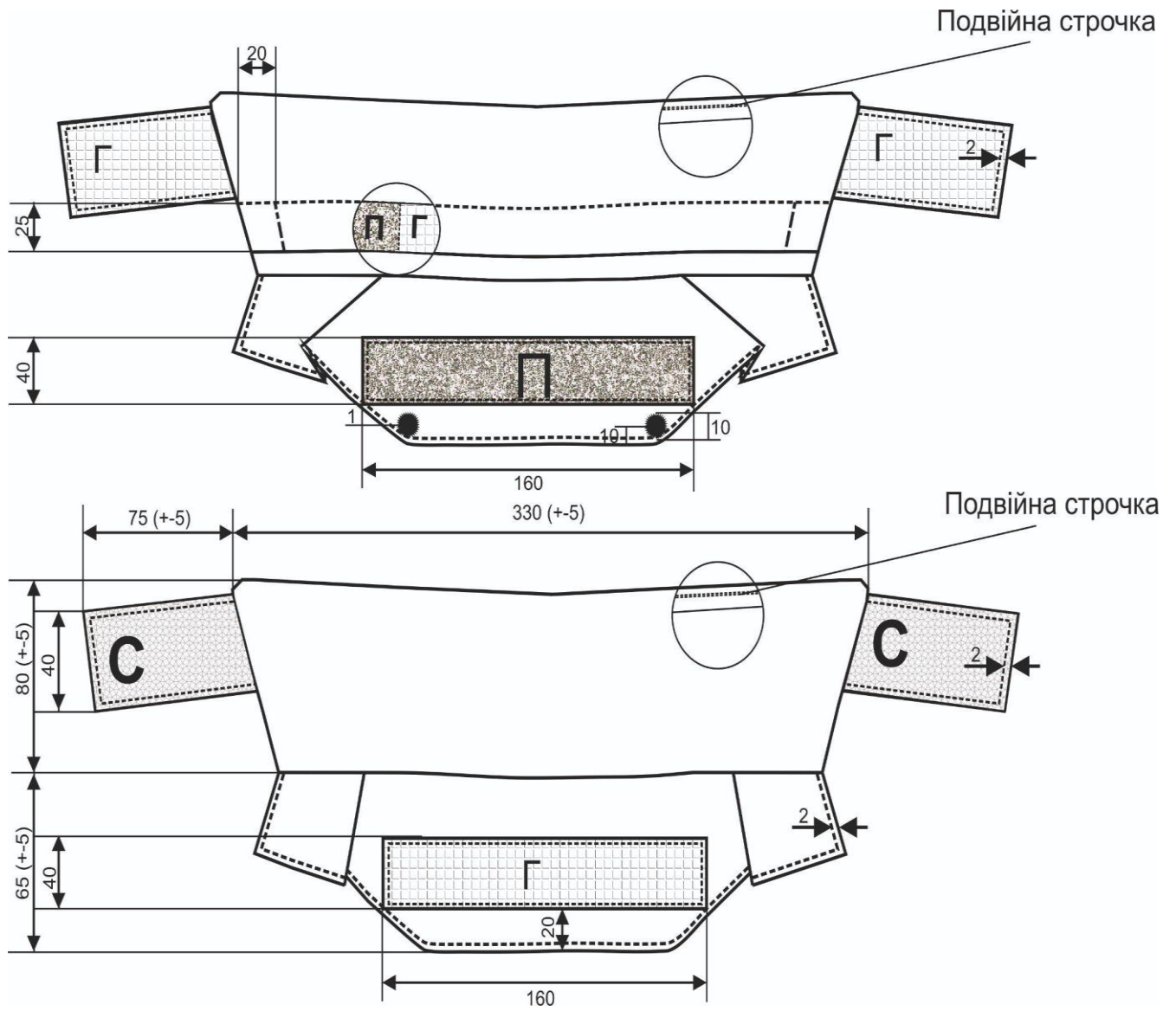


Рисунок 2.25 – Зображення захисту шиї переду з позначенням лінійних вимірів та допусків

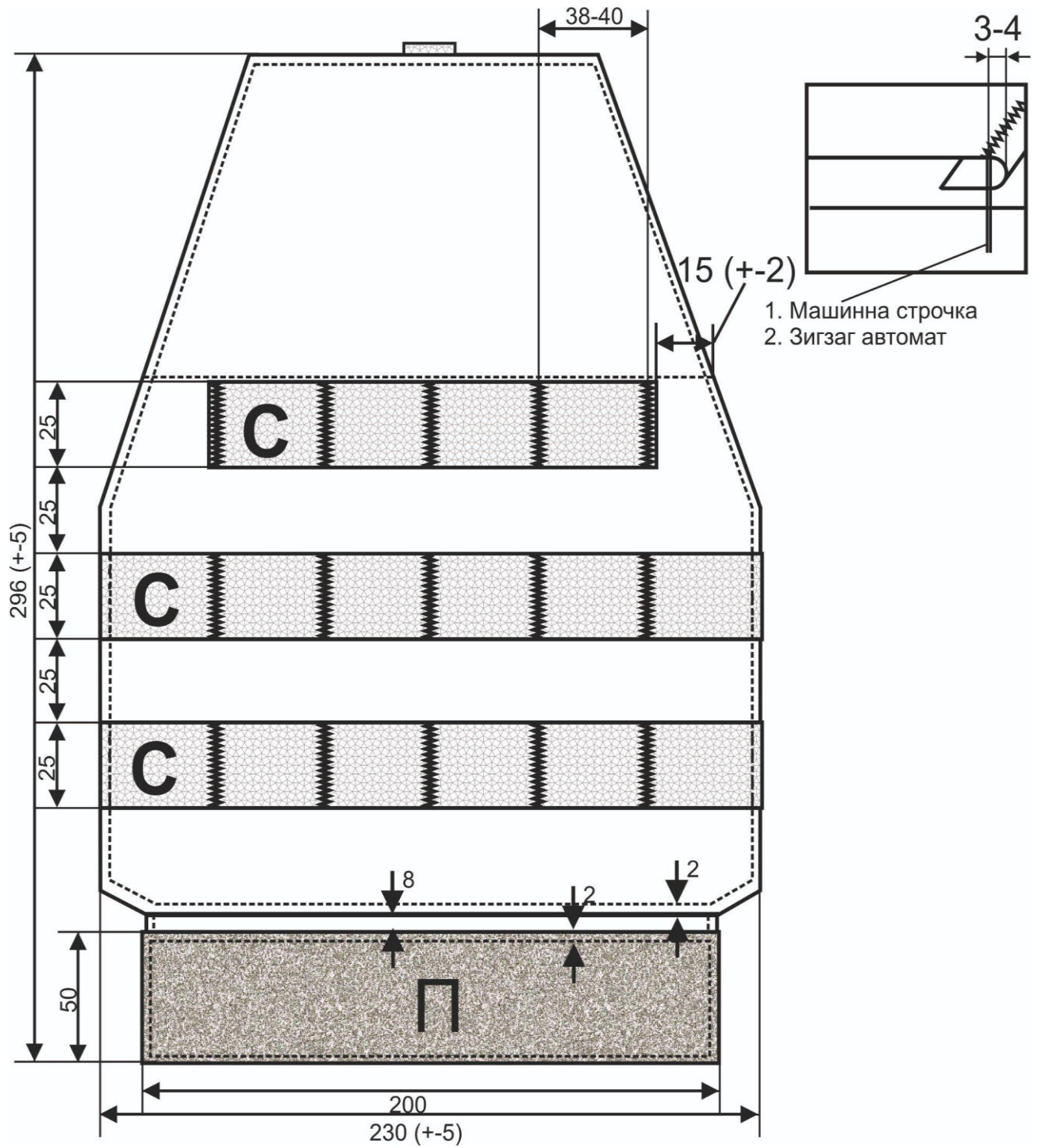


Рисунок 2.27 – Зображення захисту паху (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

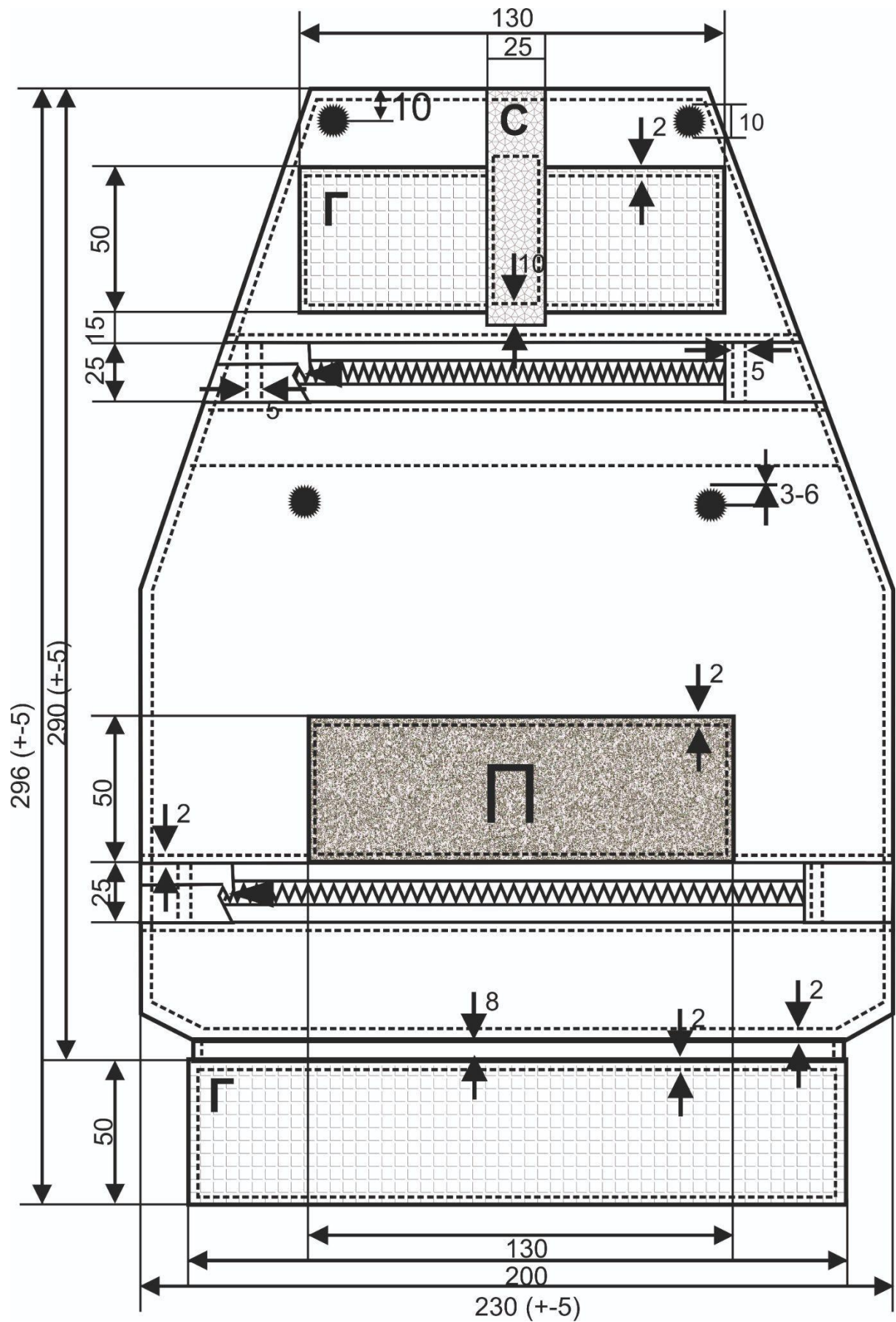


Рисунок 2.28 – Зображення захисту паху (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

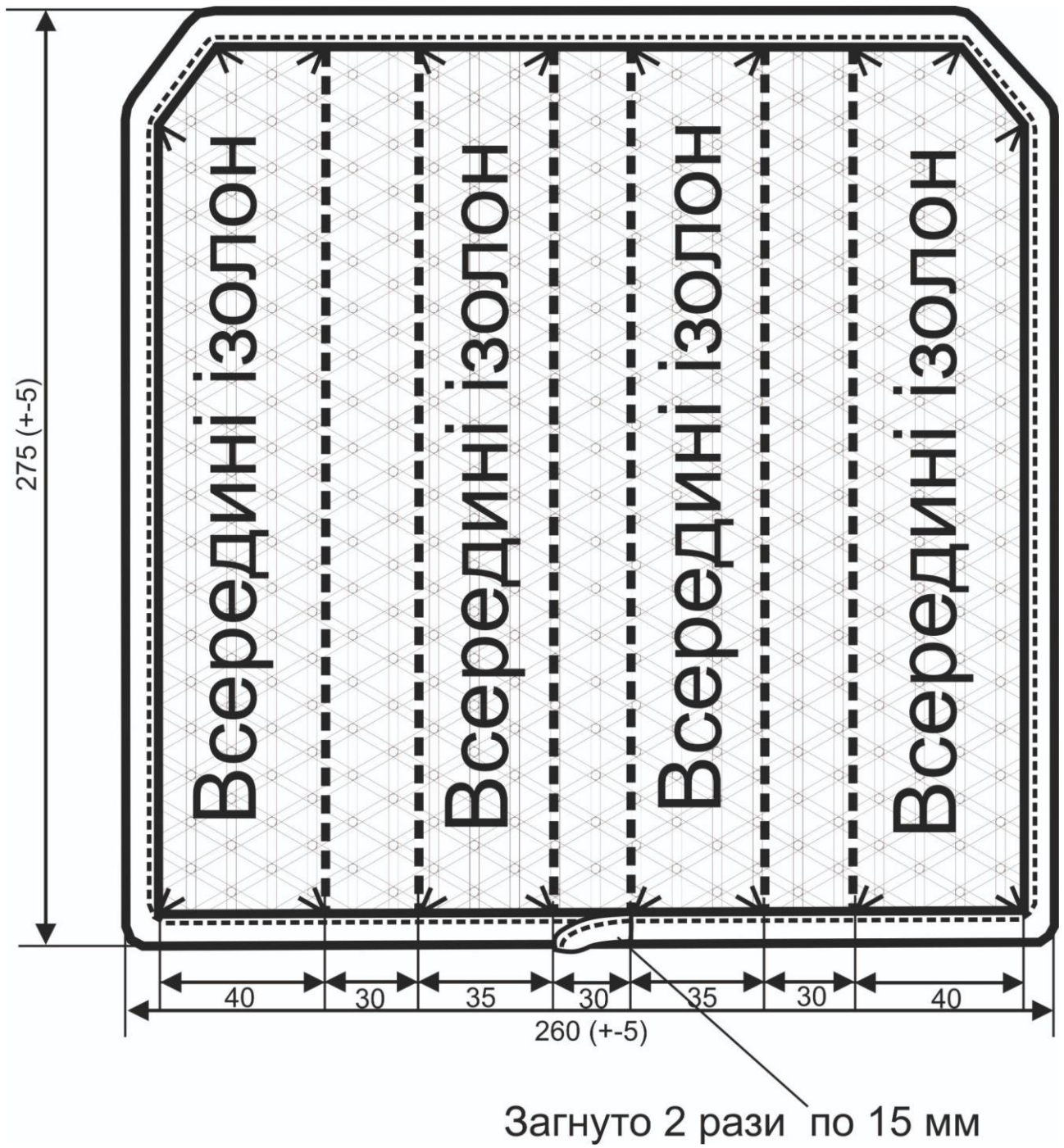
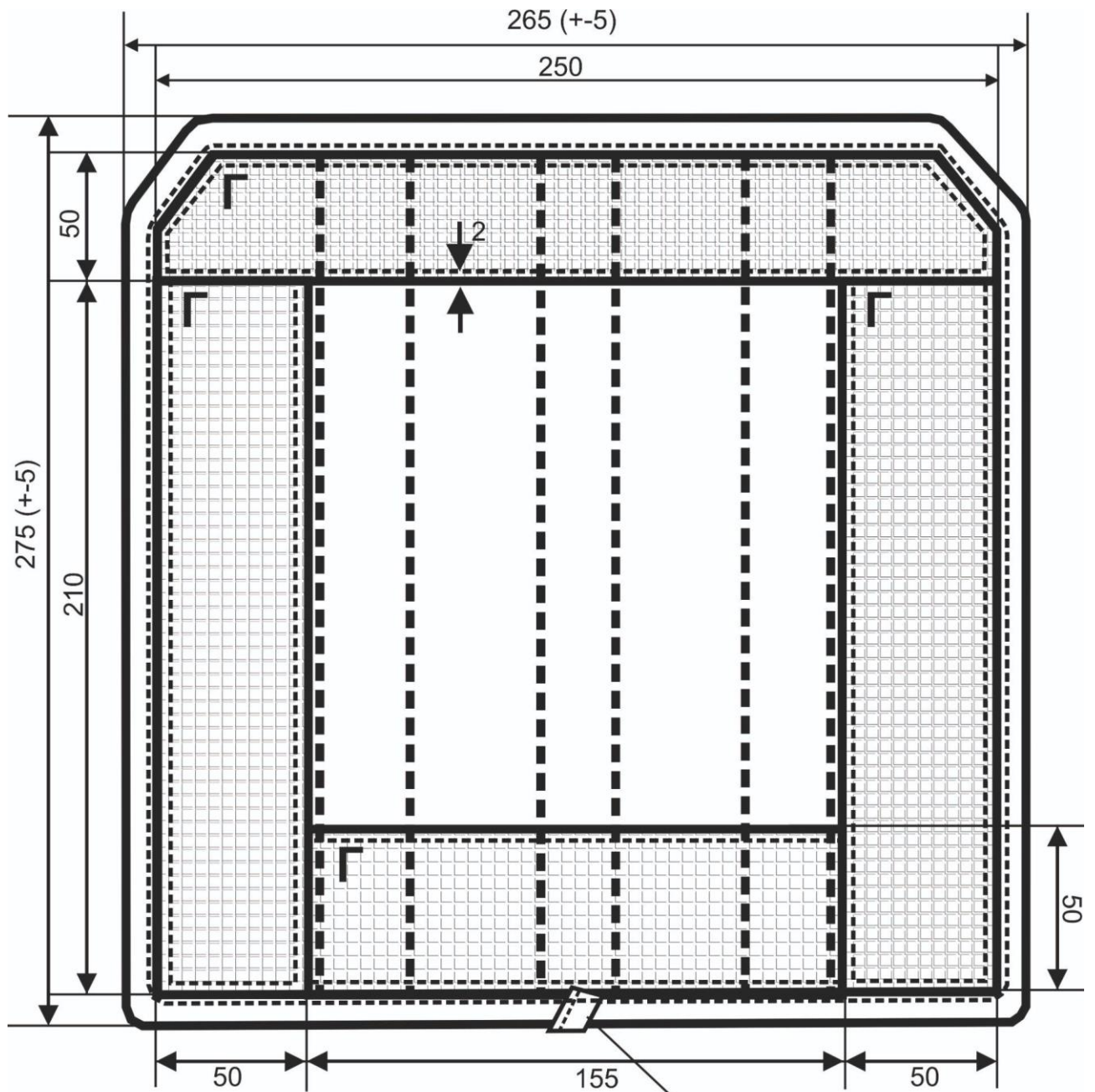


Рисунок 2.29 – Зображення демпфера полочки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків



Загнуто 2 рази по 15 мм

Рисунок 2.30 – Зображення демпфера полочки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

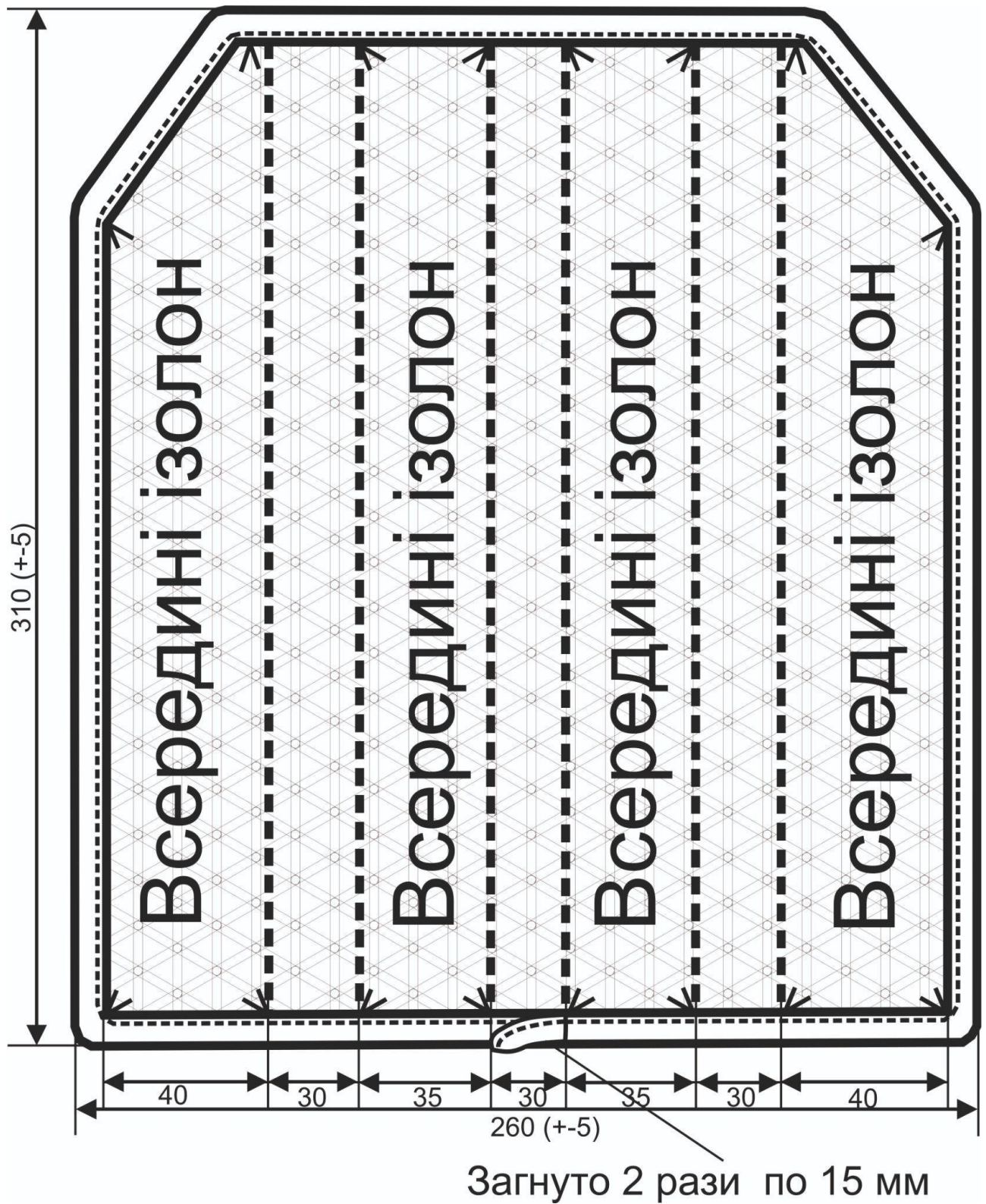
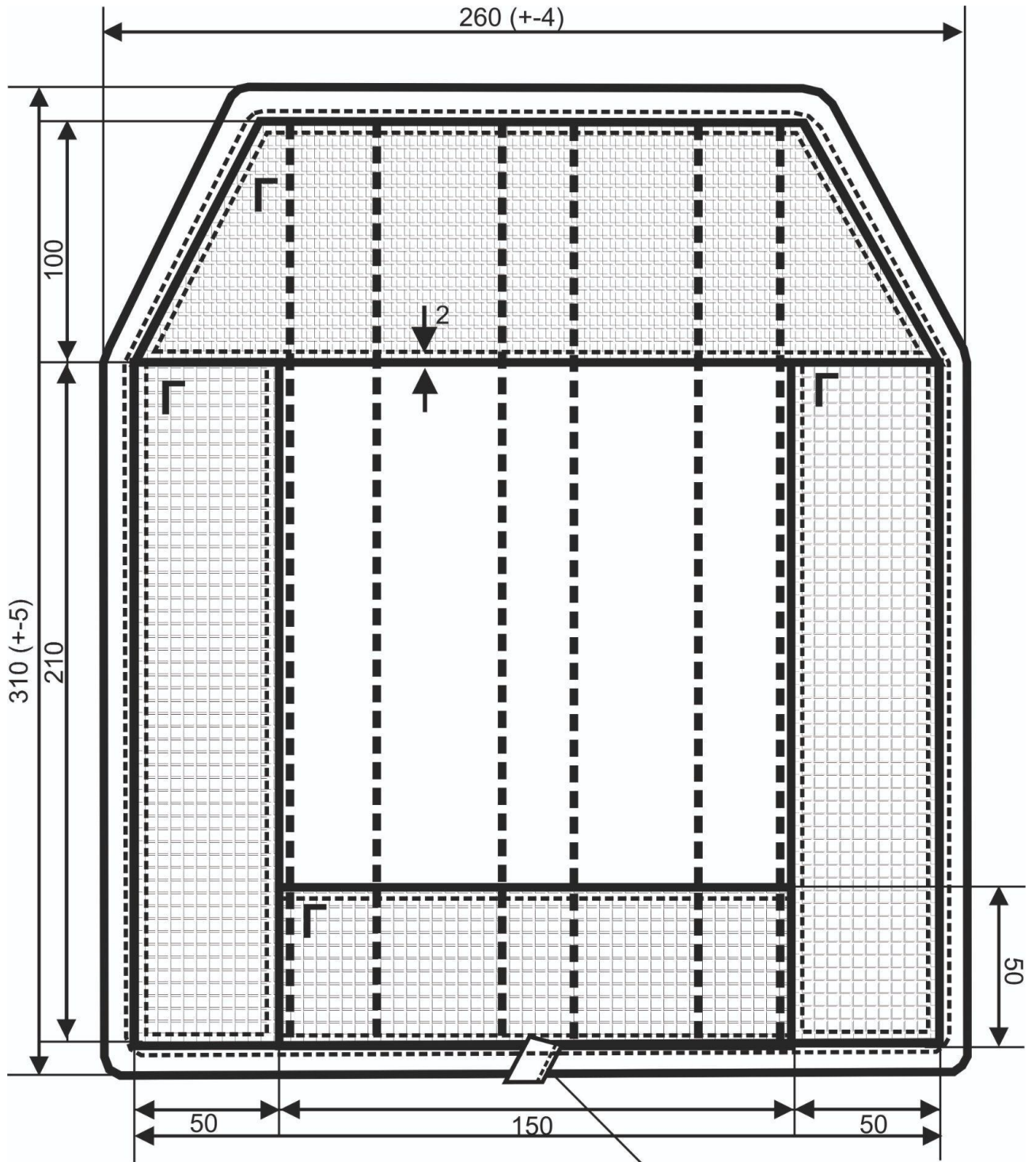


Рисунок 2.31 – Зображення демпферу спинки (лицева сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків



Загнуто 2 рази по 15 мм

Рисунок 2.32 – Зображення демпферу спинки (внутрішня сторона) з позначенням лінійних вимірів та допусків

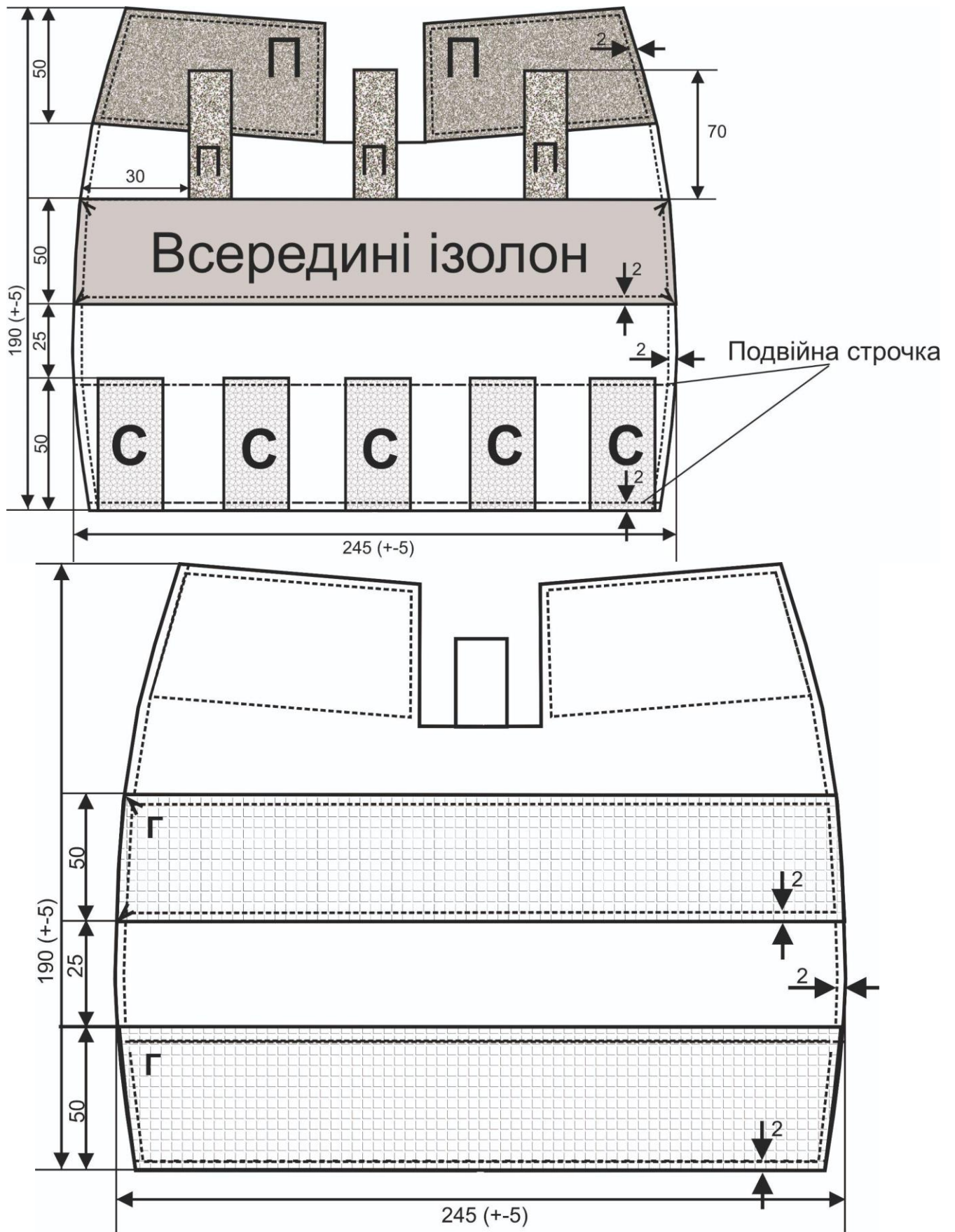


Рисунок 2.33 – Зображення плечової накладки з позначенням лінійних вимірів та допусків

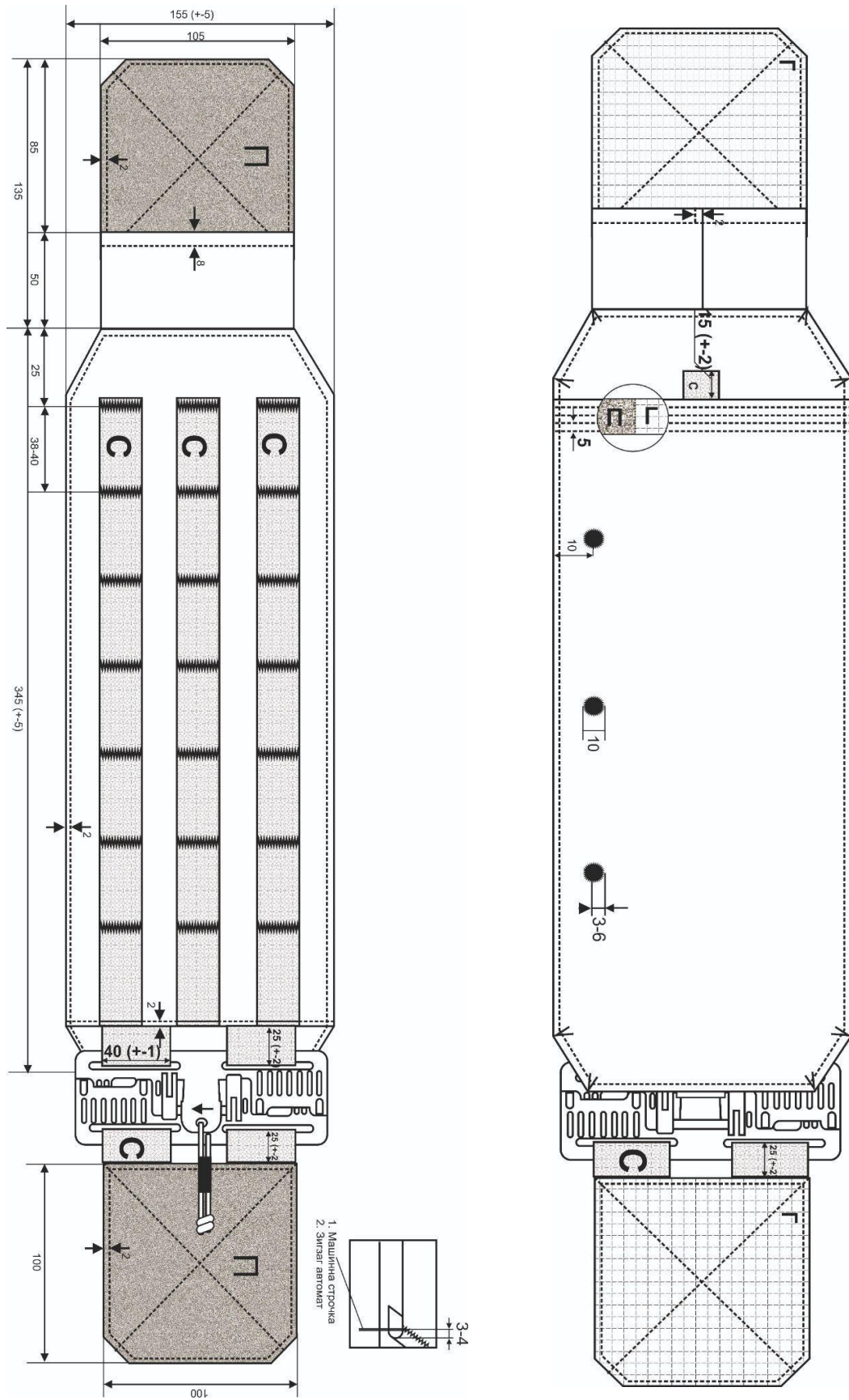


Рисунок 2.34 – Зображення камербанду з позначенням лінійних вимірів та допусків

Представлені лекала (рисунки 2.3 – 2.34) є детальною графічною специфікацією всіх вузлів модульного бронежилета, що включає точні лінійні виміри та технологічні допуски для кожного елемента. Така деталізація дозволяє забезпечити високу точність розкрою та суворе дотримання геометричних параметрів при виготовленні функціональних частин: від дренажних отворів та кишень для броне плит до складних вузлів захисту шиї, паху та камербандів. Розроблені креслення враховують специфіку розташування зон фіксації (текстильних застібок та строп MOLLE), що є критично важливим для забезпечення модульності конструкції та надійного з'єднання всіх компонентів системи в єдиний захисний комплекс. Опрацювання цих лекал стало підґрунтям для подальшого формування проєктно-конструкторської документації та розробки технічного опису базової моделі, що необхідно для впровадження виробу в масове виробництво та здійснення контролю якості на кожному етапі.

2.6.1 Розробка проєктно–конструкторської документації на БМ бронежилета

Ескізний проєкт – це набір конструкторських документів, у яких показані основні рішення щодо побудови виробу. Його розробляють, щоб підтвердити, що модель відповідає вимогам завдання. До ескізного проєкту входять креслення зовнішнього виду (вид спереду, вид ззаду), перелік документів та пояснювальна записка.

Під час створення нової моделі модульного бронежилета, яку планують використовувати у виробництві, аналізують варіанти та обирають найкращий.

Для кращого представлення зразка підбирають матеріали для виготовлення зразка. У процесі можуть уточнюватись елементи конструкції для подальшого покращення вигляду та зручності використання.

Після затвердження представленого зразка, він вважається основним зразком за яким надалі організовують виробництво. Ескізний проєкт після узгодження та ствердження є підґрунтям для подальшої розробки

конструкторської документації: виконання технічного проєкту та робочої документації.

2.6.2 Розробка технічного опису на БМ

До складу документів технічного опису входять: титульна сторінка, зображення та опис художньо–технічного оформлення бронежилету, таблиця вимірів моделі в готовому вигляді, специфікація лекал та деталей крою, перелік матеріалів та фурнітури, конфекційна карта. Технічний опис надано в Додатку А.4, Специфікація деталей крою надана в Додатку А.3, таблиця А.3.1.

На основі конструкції бронежилету модульного було сформовано специфікацію деталей крою (Додаток А.3).

Проведено аналіз основних споживачів, показав основні споживчі потреби: високий рівень захисту, зручність при активному русі, довговічність і можливість швидкого регулювання.

2.7 Нормування матеріалів на БМ системи

1. Нормування витрат тканини основи:

Нормування матеріалів визначається за формулами:

M – абсолютний показник матеріалоємності виробу, m^2 :

$$M = D_p * Ш, \quad (2.1)$$

де D_p – витрати матеріалу по довжині або довжина розкладки, м;

$Ш$ – ширина тканини без кромки, м

$$M = 3,35 * 1,49 = 4,99 \text{ м}^2$$

$S_{в.р.}$ – абсолютний показник головних витрат від розкрою, m^2 :

$$S_{в.р} = M - S_{лек} \quad (2.2)$$

$$S_{в.р} = 4,99 - 4,50 = 0,49$$

$S_{лек}$ за даними підприємства = 4,50

$Вн$ – відсоток міжлекальних витрат, %

$$B_n = (S_{b.p.} * 100) / M, \quad (2.3)$$

$$B_n = (0,49 * 100) / 4,99 = 9,82 \%$$

2. Нормування витрат підкладу:

M – абсолютний показник матеріалоємності виробу, m^2

$$M = D_p * \Pi, \quad (2.1.1)$$

де D_p – витрати матеріалу по довжині або довжина розкладки, м;

Π – ширина тканини без кромки, м.

$$M = 0,35 * 1,49 = 0,52 \text{ м}^2$$

$S_{b.p.}$ – абсолютний показник головних витрат від розкрою, m^2 :

$$S_{b.p.} = M - S_{лек}, \quad (2.2.1)$$

$S_{лек}$ за даними підприємства = 0,35

$$S_{b.p.} = 0,52 - 0,35 = 0,17$$

B_n – відсоток міжлекальних витрат, %:

$$B_n = (S_{b.p.} * 100) / M \quad (2.3.1)$$

$$B_n = (0,17 * 100) / 0,52 = 32,7 \%$$

3. Нормування витрат 3D-сітки

M – абсолютний показник матеріалоємності виробу, m^2 :

$$M = D_p * \Pi, \quad (2.1.2)$$

де D_p – витрати матеріалу по довжині або довжина розкладки, м

Π – ширина тканини без кромки, м

$$M = 0,24 * 1,49 = 0,36 \text{ м}^2$$

$S_{b.p.}$ – абсолютний показник головних витрат від розкрою, m^2 :

$$S_{b.p.} = M - S_{лек}, \quad (2.2.2)$$

$S_{лек}$ за даними підприємства = 0,30

$$S_{b.p.} = 0,36 - 0,30 = 0,06$$

B_n – відсоток міжлекальних витрат, %

$$B_n = (S_{b.p.} * 100) / M \quad (2.3.2)$$

$$B_n = (0,06 * 100) / 0,36 = 16,7 \%$$

4. Нормування витрат ізолону

M – абсолютний показник матеріалоємності виробу, m^2

$$M = D_p * Ш, \quad (2.1.3)$$

де D_p – витрати матеріалу по довжині або довжина розкладки, м;

$Ш$ – ширина тканини без кромки, м.

$$M = 0,06 * 1,49 = 0,09 \text{ м}^2$$

$S_{в.р.}$ – абсолютний показник головних витрат від розкрою, m^2 :

$$S_{в.р.} = M - S_{лек}, \quad (2.2.3)$$

$S_{лек}$ за даними підприємства = 0,08

$$S_{в.р.} = 0,09 - 0,08 = 0,01$$

B_n – відсоток міжлекальних витрат, %:

$$B_n = (S_{в.р.} * 100) / M \quad (2.3.3)$$

$$B_n = (0,01 * 100) / 0,09 = 11,1 \%$$

Нормування витрат матеріалів є критично важливим етапом проєктування, оскільки воно дозволяє визначити економічну доцільність виробництва та забезпечити раціональне використання сировини. Розрахунок базується на визначенні абсолютного показника матеріалоємності виробу (M), який враховує довжину розкладки та фактичну ширину матеріалів без кромки. Для базової моделі бронежилета було проведено детальний розрахунок для чотирьох основних видів матеріалів: поліамідної тканини верху, підкладки, 3D-сітки (спейсера) та амортизуючого шару з ізолону.

Результати аналізу свідчать про різний рівень технологічних втрат для кожного виду матеріалу. Зокрема, для основної тканини відсоток міжлекальних витрат становить 9,82% при загальній матеріалоємності 4,99 m^2 , що вказує на високу щільність розкладки складних деталей чохла. Водночас для підкладки та 3D-сітки цей показник є вищим (32,7% та 16,7% відповідно), що зумовлено специфічною геометрією деталей та необхідністю дотримання технологічних припусків при розкрої балістично значущих вузлів. Отримані нормативні дані стали підґрунтям для подальшої розробки плану-замовлення та формування матеріального кошторису на річну програму випуску виробів.

Висновки до розділу 2

1. На основі проведених допроектних досліджень визначено цільову групу споживачів — військовослужбовців ЗСУ та представників силових структур (чоловіки та жінки віком 18–56 років), для яких пріоритетними є високий рівень балістичного захисту в поєднанні з максимальною мобільністю та ергономічністю спорядження.
2. Сформовано комплекс споживчих та виробничих вимог до модульного бронежилета, де ключовими визначено: наявність системи швидкого скидання (Rok), інтеграцію універсальної системи кріплення MOLLE, стабільність форми виробу за екстремальних умов та можливість безперешкодної заміни бронеплит і балістичних пакетів.
3. Обґрунтовано вибір пакета матеріалів, що забезпечує баланс міцності та ваги: для чохла обрано поліамідну тканину Типу 1 (Cordura 1000D), для амортизації та вентиляції — 3D-сітку (спейсер) та ізолон ППЕ, а як основний захисний бар'єр — комбінацію арамідних шарів та плит із високомолекулярного поліетилену (UHMWPE).
4. Розроблено повний пакет проєктно-конструкторської документації на базову модель розміру S. Побудова креслення базувалася на габаритах жорстких бронеелементів (222×298 мм) із врахуванням припусків на свободу руху (15 мм) та технологічних допусків на обробку кишень. Виконано графічну специфікацію робочих лекал для всіх вузлів системи, включаючи камербанди, захист шиї та паху.
5. Проведено нормування витрат матеріалів, у результаті якого встановлено абсолютні показники матеріалоємності: для основної тканини та підкладки.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО – МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧОХЛА БРОНЕЖИЛЕТУ МОДУЛЬНОГО

Об’єктом дослідження обрано тканину поліамідну Типу 1 в кольорі ММ–14 (піксель), застібка текстильна, ширина 25 мм, 40 мм, 50 мм характеристику яких наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика об’єктів дослідження

Назва	Сировинний склад	Колір	Зовнішній вигляд
Тканина поліамідна Тип 1	100% ПА	ММ–14	
Застібка текстильна, ширина 25 мм, 40 мм, 50 мм	100% ПЕ	хакі	

Мета випробувань: дослідження фізико–механічних властивостей зразків текстильних матеріалів: тканини поліамідної Типу 1 в кольорі ММ–14 (піксель), застібки текстильної, шириною 25 мм, 40 мм, 50 мм на відповідність вимог ТС А01ХJ.29423–420:2025 (02) Бронежилет модульний. Технічна специфікація Міністерства оборони України на предмет для речового забезпечення [33, 53].

Дослідження проведено в Аналітично–дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль–ТЕСТ» (АДВЛ «Текстиль–ТЕСТ») при наступних умовах:

- Температура, °С – 20,0–21,0
- Відносна вологість,% – 63–64

3.1 Дослідження фізико–механічних характеристик тканини поліамідної Типу 1

Відповідно до ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01) (Тканина поліамідна. Технічна специфікація Міністерства оборони України на предмети речового забезпечення) [33, 52] тканини поліамідні військового призначення (тип 1) повинні відповідати наступним вимогам (таблиця 3.2):

Таблиця 3.2 – Показники якості тканини Тип 1 (за ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01))

№ з/п	Назва показника	Значення	Позначення документів
1	2	3	4
1.	Склад тканини	100% поліамід (100% поліуретанове покриття)	ДСТУ ISO 1833–7:2009 ДСТУ 4057–2001
2.	Поверхнева густина, г/м ²	280 – 380	ДСТУ EN 12127:2009
3.	Кількість ниток на одиницю довжини по основі, нит./10 см, не менше	130	ДСТУ EN 1049–2:2004
4.	Кількість ниток на одиницю довжини по утку, нит./10 см, не менше	110	ДСТУ EN 1049–2:2004
5.	Міцність на розрив по основі, Н, не менше	3600	ДСТУ 4272, ДСТУ ENISO13934–1, ДСТУ ENISO 13934–2
6.	Міцність на розрив по утку, Н, не менше	3200	ДСТУ 4272, ДСТУ ENISO13934–1, ДСТУ ENISO 13934–2
7.	Стійкість до роздирання по основі, Н, не менше	250	ДСТУ ISO 13937–2:2006
8.	Стійкість до роздирання по утку, Н, не менше	230	ДСТУ ISO 13937–2:2006
9.	Стійкість фарбування до прання (при температурі 40 °С), бал, не менше	4/5	ГОСТ 9733.4–83 ДСТУ ISO 105– C06:2009
13.	Стійкість до зволоження, бал, не менше	4	ДСТУ ISO 4920:2005

Кінець таблиці 3.2

14.	Стійкість до стирання, цикли, не менше	80000	ДСТУ ISO 12947–2:2005
15.	Стійкість до дії мастил, бал, не менше	4	ДСТУ ISO 14419:2005
16.	Визначення водотривкості (стійкість до проникнення води), мм. вод. ст., не менше	1000	ДСТУ EN 20811:2004

Наведені в табл. 3.2 нормативні вимоги до поліамідної тканини Типу 1 є базовим критерієм для оцінки експлуатаційної надійності чохла бронежилета в польових умовах

3.1.1 Визначення поверхневої густини (за ДСТУ EN 12127:2009)

Поверхнева густина – це маса одиниці площі матеріалу (1 м^2).

Суть методу [56] полягає у зважуванні кусків тканин або точкових проб на вагах запропонованої точності і обчислень поверхневої та лінійної густини. Ваги лабораторні Pioneer PA 213C, зображені на рисунку 3. 1, характеристика яких представлена у додатку Б.1, з похибкою зважування до 0,2% від вимірюваної маси по середнього класу точності [33].



Рисунок 3. 1 – Ваги лабораторні PioneerPA 213 C

Шматок тканини, полотна або штучний виріб в ненапруженому вигляді настиляють на горизонтальну поверхню і піддають релаксації в гігростаті ГС – М протягом 48 годин.

При визначенні маси шматка тканини, полотна або штучного виробу визначають їх довжину і ширину, а потім зважують на вагах.

Поверхнева густина визначається за формулою:

$$M = \frac{m}{L \cdot B} \text{ г/м}^2,$$

де, m – середнє значення маси, L – довжина, B – ширина;

Результати випробувань представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2– Обробка результатів дослідження поверхневої густини

Зразок, m1	Тканина поліамідна, 100%ПА
1	3,760
2	3,589
3	3,901
Середнє значення, $m_{\text{сер}}$	3,750

$$M = \frac{3,750}{0,1 \cdot 0,1} = \frac{3,750}{0,01} = 375 \text{ г/м}^2$$

В результаті експерименту встановлено поверхневу густину досліджуваного матеріалу тканини поліамідної 275 г/м^2 , що відповідає вимогам ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01) (таблиця 3.2).

3.1.2 Визначення кількості ниток на одиницю довжини (за ДСТУ EN 1049-2:2004)

Результати випробувань кількості ниток на одиницю довжини по основі, нит./10 см та утку, нит./10 см [76] представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Обробка результатів дослідження кількості ниток на одиницю довжини

Зразок	Тканина поліамідна, 100%ПА	
	н.о	н.у
1	139	122
2	141	123
3	140	121
Середнє значення	140	122

В результаті експерименту встановлено, що кількість ниток на одиницю довжини досліджуваної тканини поліамідної по основі становить 140 нит./10

см, по утку – 122 нит./10 см, що відповідає вимогам ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

3.1.3 Визначення міцності на розрив (за ДСТУ EN ISO 13934–1:2018)

Визначення міцності при розриві [61] проводилися на розривальній машині КТ – 7100 AZ в умовах лабораторії «Текстиль–ТЕСТ» (АДВЛ «Текстиль–ТЕСТ»), рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Визначення міцності при розриві на розривальній машині
КТ – 7100 AZ

Результати визначення міцності на розриві представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати визначення міцності на розрив тканини поліамідної Тип1

Зразок	Міцність на розрив по основі, Н	Міцність на розрив по утку, Н	Зовнішній вигляд зразка
1	2	4	6
1,2,3,4,5	3895, 3873, 3902, 3875, 3899	3825, 3810, 3828, 3950, 3957	
Середня міцність на розрив, Н	3889	3814	

В результаті експерименту встановлено, що міцності на розрив тканини поліамідної Тип1 становить: по основі 3889 Н, по утку 3814 Н, що відповідає вимогам ТС А01XJ.06908–098:2018 (01) (таблиця 3.2).

3.1.4. Визначення стійкості до роздирання (за ДСТУ ISO 13937–2:2006)

Визначення міцності при розриві [58] проводилися на розривальній машині КТ – 7100 AZ в умовах лабораторії «Текстиль–ТЕСТ» (АДВЛ «Текстиль–ТЕСТ»), рисунок 3.1.

ДСТУ ISO 13937–2:2006 описує метод визначення стійкості текстильних матеріалів до роздирання за допомогою штаниноподібних зразків (рисунок 3.2) методом одиночного роздирання. Основна його особливість полягає в специфічній формі зразка та способі прикладання навантаження, що робить вимірювання більш репрезентативним для реальної експлуатації тканин у виробках. Зразок виглядає як дві «ніжки», з'єднані верхньою частиною, що фіксується в затискачах. Ця форма дозволяє штучно створити ініціацію розриву в контрольованій точці.

Випробування проводились на розривальній машині КТ – 7100 AZ шляхом поступового розтягування зразка до моменту розриву. Вимірювалась сила, необхідна для розриву тканини, що дає показник стійкості до роздирання.

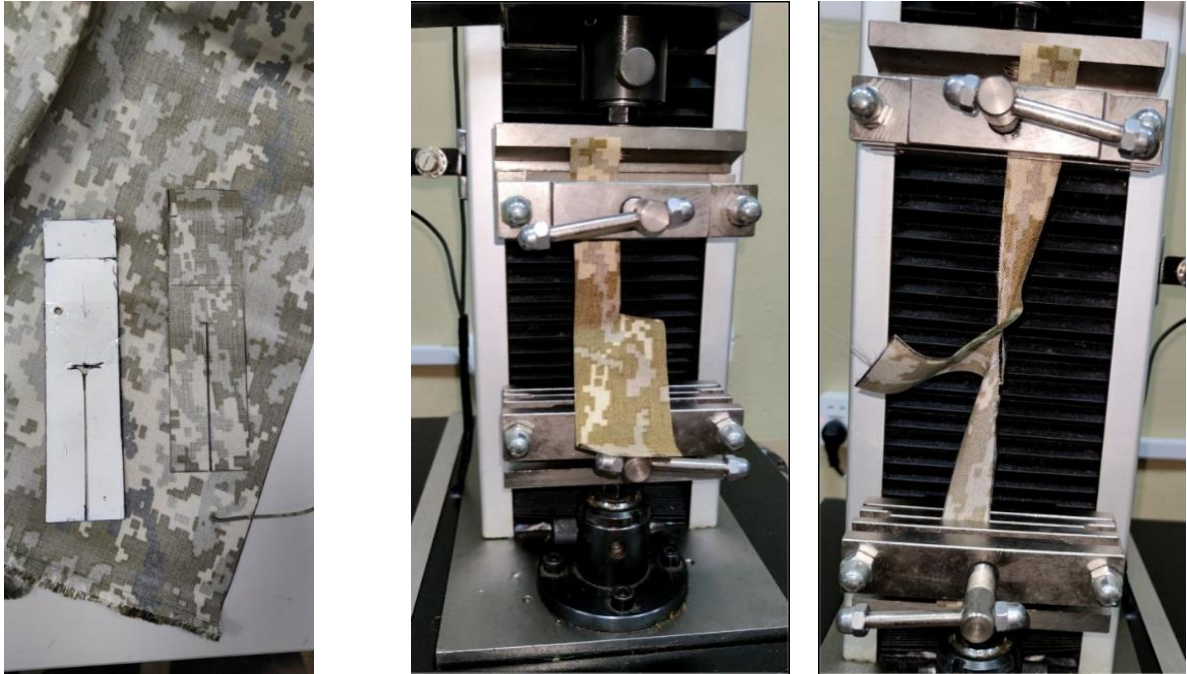


Рисунок 3.2 – Визначення стійкості досліджуваного матеріалу до роздирання

Метод дозволяє оцінити поведінку матеріалу при локалізованому розриві, що частіше зустрічається на практиці (наприклад, в швах або вузьких ділянках виробу).

Результати визначення стійкості до роздирання представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати визначення стійкості до роздирання на розрив тканини поліамідної Тип1

Зразок	Стійкість до роздирання по основі, Н	Стійкість до роздирання по утку, Н
1	2	4
1,2,3	280, 290, 282	282, 279, 279
Середня стійкість до роздирання, Н	284	280

В результаті визначення стійкості до роздирання встановлено, що стійкість до роздирання тканини поліамідної Тип1 становить: по основі 284Н,

по утоку 280 Н, що відповідає вимогам ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

3.1.5 Визначення стійкості фарбування до прання (за ДСТУ ISO 105-C06:2009)

ДСТУ ISO 105-C06:2009 «Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина C06. Метод визначення тривкості фарбовання до прання в домашніх умовах і пральнях» [74] регламентує методи оцінки того, наскільки тканини чи текстильні вироби зберігають свій колір під час прання. Основна мета методу — визначити здатність фарби протистояти зміні кольору та забарвлення сусідніх тканин у процесі прання. Вирізають стандартні зразки тканини, що досліджується (10 × 4 см) та контрольної тканини для оцінки перенесення фарби (бавовна світлого кольору).

Умови прання: температура 40 0С, стандартний миючий засіб, прання машинне, час прання – 40 хв, оберти віджиму – 800. Зразки прали в пральній машині. Зразки сушили в сушильній машині.

Порівнювали колір досліджуваного зразка до прання та після прання та забарвлення контрольної тканини (перенесення фарби).

Використовувалась стандартна шкалу стійкості кольору від 1 до 5:

1 — дуже низька стійкість

5 — відмінна стійкість

Результати визначення стійкості фарбування до прання (при температурі 40°С), бал представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати визначення стійкості фарбування до прання тканини поліамідної Тип1

Зразок	Стійкість фарбування до прання (при температурі 40°С), бал
1,2,3	4, 5, 5
Середня стійкість фарбування до прання (при температурі 40°С), бал	4–5/5

В результаті визначення стійкості фарбування до прання встановлено, що стійкості фарбування до прання тканини поліамідної Тип1 становить: 4–5/5, що відповідає вимогам ТС А01XJ.06908–098:2018 (01) ((див. табл. 3.2).

3.1.6 Визначення стійкості до стирання (за ДСТУ ISO 12947–2:2005)

На приладі ТІ–1М [57] можна випробовувати тканини різного волокнистого складу, а також трикотажні полотна. Принцип роботи приладу базується на взаємодії стираючих поверхонь, що обертаються випробовуваних елементарних проб, розташованих в спеціальних затискачах на пружній підставці (повітряній подушці). Схема стираючого вузла наведена на рис. 3.3. Стираючий диск 1 з абразивом з карборунду або сіро– шинельного сукна насаджений на вісь 6.

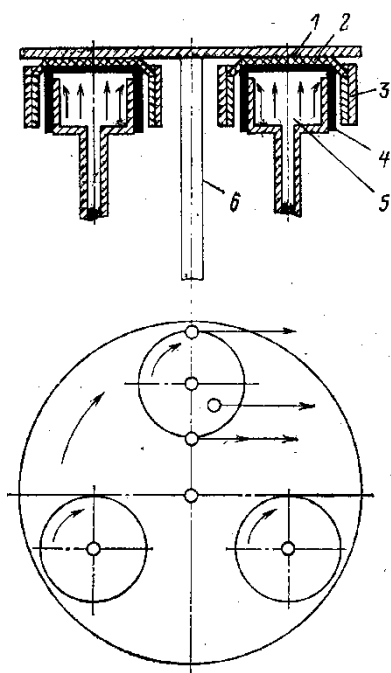


Рисунок 3.3 – Схема стираючого вузла та прилад для визначення стійкості до стирання ТІ–1М

На приладі здійснюється неорієнтоване стирання зразка за рахунок обертання абразивного диска та робочих головок, рух яких передається від електродвигуна через редуктор. Це дозволяє регулювати частоту обертання в межах від 75 до 200 хв^{-1} . Кількість циклів враховується за допомогою лічильника, а при тривалих випробуваннях замість підрахунку циклів фіксують час стирання за контрольним годинником.

На модернізованому приладі ТІ-1М, на відміну від моделі ТІ-1, передбачено безперервне видалення частинок зруйнованого зразка та абразиву за допомогою вентилятора. Випробування можна проводити або до утворення дірки в зразку, або до досягнення заданої кількості циклів стирання. У обох випадках зупинка приладу відбувається автоматично за допомогою спеціального реле.

Стійкість до стирання 1хв–200 циклів. Навантаження 3 кг.

Результати визначення стійкості до стирання представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Результати визначення стійкості до стирання тканини поліамідної Тип1

<i>Час, хв</i>	<i>Цикли</i>	<i>Показання</i>	<i>Рисунок</i>
1	2	3	4
5хв	1 000 циклів	Без змін	
5хв	2 000 циклів	Без зміни	
5хв	3 000 циклів	Без зміни	
5хв	4 000 циклів	Без зміни	
5хв	5 000 циклів	Без зміни	
5хв	6 000 циклів	Без зміни	
5хв	7 000 циклів	Без зміни	
5хв	8 000 циклів	Без зміни	
5хв	9 000 циклів	Без зміни	
10хв	11 000 циклів	Без зміни	
Разом 55хв	80000 циклів	Без зміни	

В результаті визначення стійкості тканини поліамідної Тип1 до стирання виявлено, що при 80000 циклах руйнування зразка відсутнє, що відповідає вимогам ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

3.1.7 Визначення стійкості до зволоження тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ ISO 4920:2005)

Експеримент виконано на пристрої для визначення стійкості матеріалів до зволоження методом збризування згідно з ДСТУ ISO 4920:2005 [55]. Схема пристрою представлена на рис. 3.4, а шкала оцінки результатів – на рис. 3.5. Зразок після зволоження порівнюють із фотографічною шкалою ААТСС та описовою шкалою стандарту.

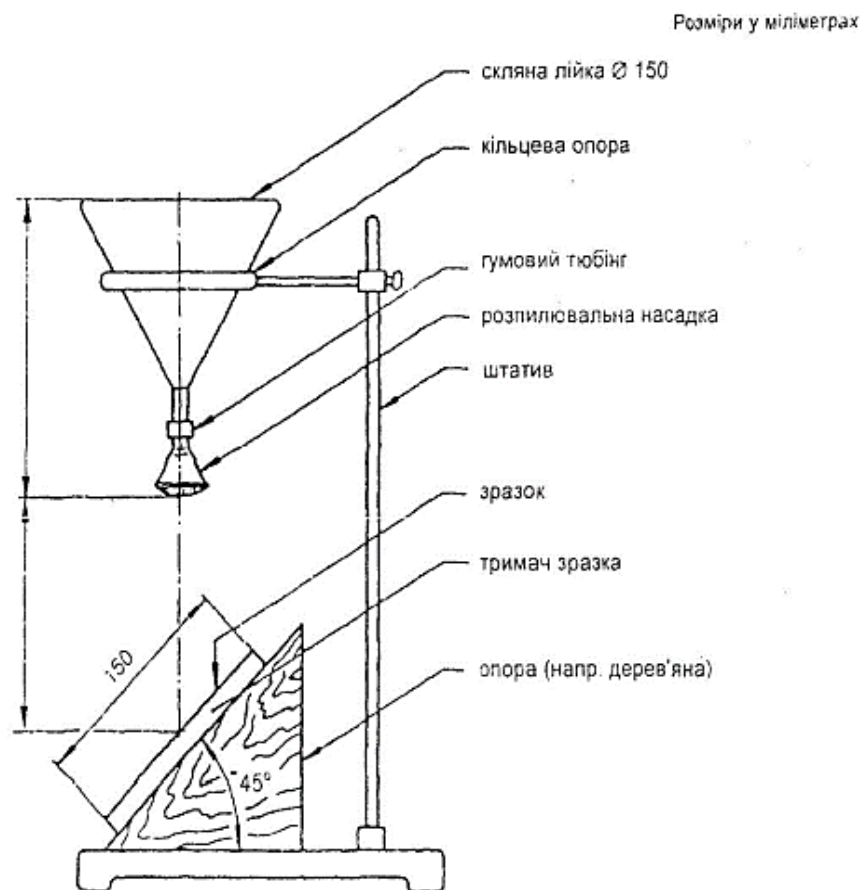


Рисунок 3.4 – Методи визначення опору до зволоження поверхні(випробування збризуванням). Схема пристрою за ДСТУ ISO 4920:2005.

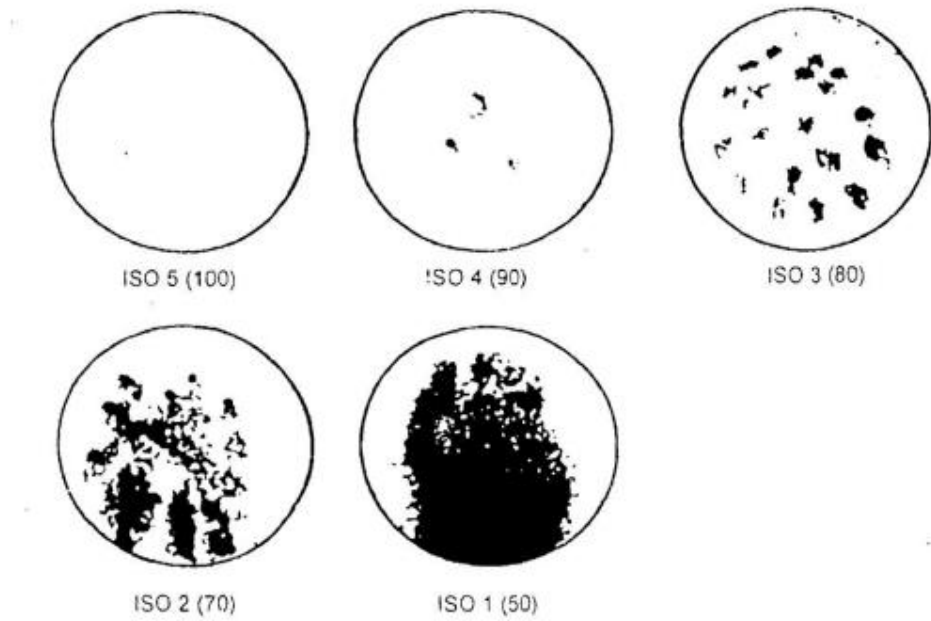


Рисунок 3.5 – Шкала оцінок результатів випробувань

Результати дослідження стійкості до зволоження поверхні тканини поліамідної Тип 1 (випробування збризуванням) представлено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Обробка результатів дослідження стійкості до зволоження поверхні тканини поліамідної Тип 1 (випробування збризуванням)

Стійкість до зволоження, бал	Зовнішній вигляд
1	2
4	

За результатами дослідження стійкості до зволоження поверхні тканини поліамідної Тип 1 (випробування збризуванням) встановлено її повну відповідність відповідає ТС А01XJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

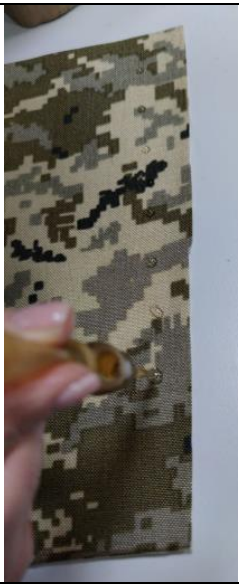
3.1.8 Визначення стійкості до мастил тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ ISO 14419:2005)

Метою методу [59] є оцінка здатність тканини поліамідної Тип 1 протистояти забрудненню мастилом та жирними речовинами.

Використовують стандартні зразки тканини поліамідної Тип 1. Досліджуваний зразок обробляють певною кількістю мастила або жирової речовини стандартної концентрації. Випробування проводяться при стандартній температурі та вологості, щоб забезпечити повторюваність результатів. Після обробки мастилом тканину оцінюють за зміною кольору або ступенем проникнення мастила, використовуючи шкалу стійкості (зазвичай 1–5).

Результати дослідження стійкості до мастил поверхні тканини поліамідної Тип 1 представлено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати дослідження стійкості до мастил тканини поліамідної Тип 1

Стійкість до дії мастил, бал	Зовнішній вигляд
1	2
4	

За результатами дослідження стійкості до мастил тканини поліамідної Тип 1 встановлено її повну відповідність вимогам ТС A01XJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

3.1.9 Визначення водотривкості тканини поліамідної Тип 1 (за ДСТУ EN 20811:2004)

Метою методу [60] є визначення здатність текстильних матеріалів протистояти проникненню води під тиском, що вимірюється у міліметрах водяного стовпа (мм вод. ст.).

Зразок матеріалу розташовують горизонтально або вертикально під стовпом води. Вода створює постійний гідростатичний тиск, поступово збільшуючись, поки не відбудеться проникнення через матеріал. Тиск води підвищується рівномірно до моменту, коли вода проходить крізь матеріал. Результат фіксується як висота водяного стовпа, що утримується матеріалом без протікання (рисунок 3.5).

Умови випробування: стандартна температура та вологість повітря для забезпечення порівнянності результатів.

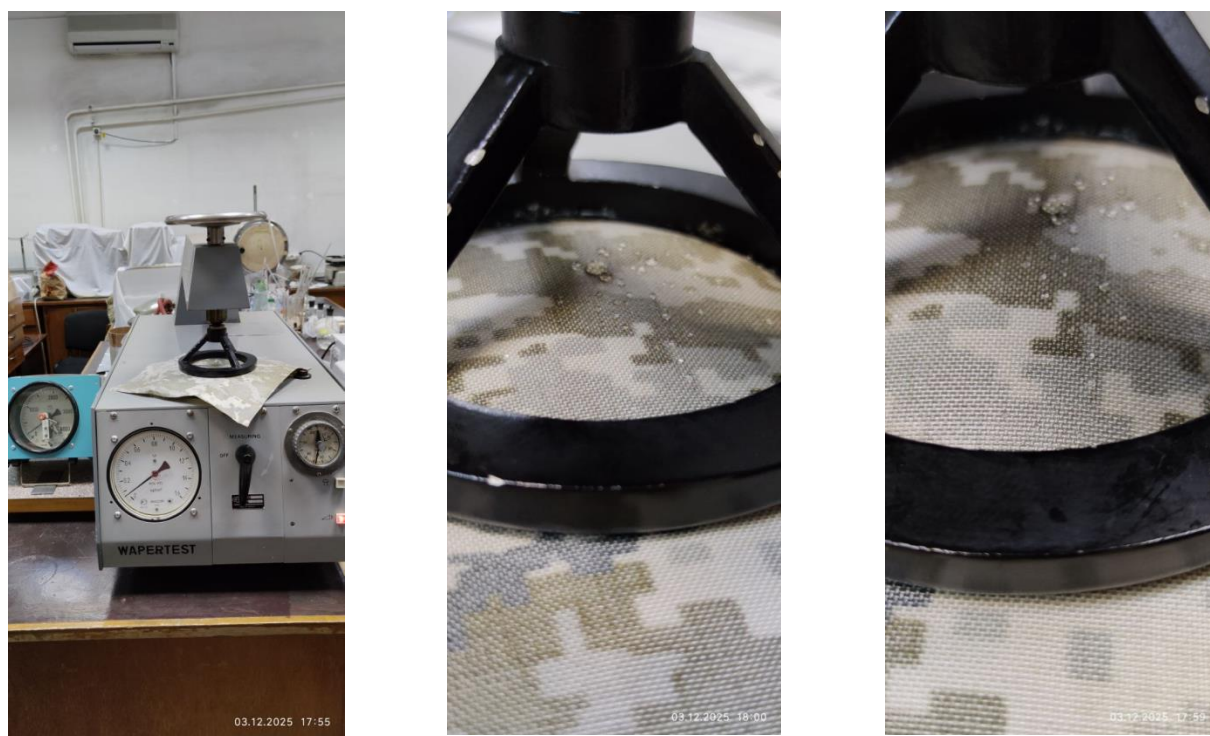


Рисунок 3.5 – Визначення водотривкості за ДСТУ EN 20811:2004

Результати дослідження водо тривкості тканини поліамідної Тип 1 представлено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Результати дослідження водо тривкості тканини поліамідної Тип 1

Водотривкість (стійкість до проникнення води) мм. вод. ст.	Зовнішній вигляд
1	2
1170	

За результатами дослідження водотривкості тканини поліамідної Тип 1 встановлено її повну відповідність вимогам ТС А01XJ.06908–098:2018 (01) (див. табл. 3.2).

3.2 Визначення питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см застібки текстильної (за ДСТУ 2059–92, ДСТУ 4300:2004)

Метою методу [75] є оцінка стійкості текстильних застібок до розшарування після багаторазового відкривання та закривання, виражену у Н/см.

Використовується стандартний зразок застібки певної довжини та ширини. Застібку багаторазово відкривають та закривають за допомогою механічного пристрою (рисунок 3.6), який імітує реальне використання. Кількість циклів стандартизована – 10 000 циклів. Після визначеної кількості циклів зразок фіксують у випробувальній машині. Вимірюють питомий опір розшаруванню (розділення «гачок–петля») у Н/см. Тест проводиться при стандартній температурі та вологості, щоб результати були порівнянними між різними зразками та лабораторіями.

Метод дозволяє оцінити довговічність застібки в умовах реального експлуатаційного циклу. Показник питомого зусилля розшарування враховує зниження механічних властивостей застібки після багатократного використання, що важливо для контролю якості текстильних виробів.

Результати дослідження питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см застібка текстильна, ширинами 25 мм, 40 мм, 50 мм представлено в таблиці 3.11.



Рисунок 3.6 – Механічний пристрій, який імітує реальне використання текстильної застібки

Таблиця 3.11 – Результати дослідження питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см застібка текстильна, ширинами 25 мм, 40 мм, 50 мм

Показник	Вимоги ТС A01XJ.32412–093:2018 (01) ТС A01XJ.32412– 093:2018 (01)		Результати випробування, ширина, мм		
	25 мм	40 мм 50 мм	25 мм	40 мм	50 мм
Питоме зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см	не менше 0,8		1,6	1,3	1,4

За результатами дослідження питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, Н/см застібки текстильної, ширина 25 мм, 40 мм, 50 мм встановлено їх повну відповідність вимогам ТС A01XJ.32412–093:2018 (01) ТС A01XJ.32412–093:2018 (01) [35].

Висновки до розділу 3

1. Об'єктами дослідження були обрані поліамідна тканина Типу 1 в кольорі ММ–14 (піксель), армовані нитки Тип 5, а також текстильна застібка шириною 25 мм, 40 мм та 50 мм. Поліамідна тканина має склад 100% ПА, а текстильна застібка – 100% ПЕ кольору хакі. Метою випробувань було дослідження фізико–механічних властивостей цих зразків на предмет відповідності вимогам Технічної специфікації Міністерства оборони України (ТС) А01ХJ.29423–420:2025 (02) «Бронежилет модульний».
2. Дослідження фізико–механічних характеристик поліамідної тканини Типу 1 проводилося на відповідність показникам якості, визначеним у ТС А01ХJ.06908–098:2018 (01). Всі перевірені показники продемонстрували повну відповідність встановленим вимогам:
 - Поверхнева густина: Встановлено, що поверхнева густина досліджуваного матеріалу становить 275 г/м², що відповідає вимогам ТС.
 - Кількість ниток на одиницю довжини: Встановлена кількість ниток по основі 140 нит./10 см, а по утку – 122 нит./10 см, що відповідає вимогам ТС (мінімальні вимоги – 130 нит./10 см по основі та 110 нит./10 см по утку).
 - Міцність на розрив: Середня міцність на розрив становить 3889 Н по основі та 3814 Н по утку, що відповідає вимогам ТС (мінімальні вимоги – 3600 Н по основі та 3200 Н по утку).
 - Стійкість до роздирання: Встановлена стійкість до роздирання 284 Н по основі та 280 Н по утку, що відповідає вимогам ТС (мінімальні вимоги – 250 Н по основі та 230 Н по утку).
 - Стійкість фарбування до прання: Середня стійкість фарбування до прання (при 40°C) становить 4–5/5 балів, що відповідає вимогам ТС.
 - Стійкість до стирання: При 80000 циклах руйнування зразка було відсутнє, що відповідає вимогам ТС.

- Стійкість до зволоження: Зразок показав стійкість 4 бали, що повністю відповідає вимогам ТС.
 - Стійкість до дії мастил: Зразок показав стійкість 4 бали, що повністю відповідає вимогам ТС.
 - Водотривкість: Водотривкість тканини становить 1170 мм вод. ст., що повністю відповідає вимогам ТС (мінімальна вимога – 1000 мм вод. ст.).
3. За результатами дослідження питомого зусилля розшарування після 10000 циклів закриття–відкриття, текстильна застібка шириною 25 мм, 40 мм та 50 мм продемонструвала повну відповідність вимогам ТС А01XJ.32412–093:2018 (01).
4. Проведені в Аналітично–дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль–ТЕСТ» випробування показали, що всі досліджені текстильні матеріали (поліамідна тканина Типу 1 та текстильна застібка) повністю відповідають фізико–механічним вимогам, встановленим у відповідних Технічних специфікаціях Міністерства оборони України. Це підтверджує, що дані матеріали придатні для використання у виробництві чохла модульного бронежилета відповідно до вказаних технічних умов.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Проектування процесу виготовлення виробів

Вибір моделей для масового виробництва здійснюється на основі аналізу сучасних потреб споживачів, виходячи з наявності обладнання, технологій, постачання сировини і матеріалів, транспортних зв'язків.

Основною задачею проектування процесу виявляється розробка ефективного виробничого потоку по виготовленню швейних виробів на основі нової техніки, що використовується, прогресивної технології, раціональної організації виробництва та праці.

Під час вирішення цієї задачі необхідно проаналізувати методи покращення технологічних процесів виготовлення бронежилета, підбір високопродуктивного технологічного обладнання, засобів малої механізації та автоматизації транспортних і вантажних робіт, а також вибір раціональної організації потоку, його структури і параметрів; технологічний розрахунок чисельності робітників, потребу в обладнанні та площі, яка необхідна для виготовлення виробничої програми потоку; оцінку ефективності спроектованого потоку шляхом розрахунку його техніко–економічних показників [66...73].

4.1.1 Аналіз методів обробки та вибір обладнання для бронежилету модульного.

Для виготовлення бронежилету модульного застосовується безліч методів обробки на різному устаткуванні. В таблиці 4.1 наведено аналіз методів обробки для бронежилета, що проектується.

Таблиця 4.1 – Аналіз методів обробки бронежилету

Метод обробки	Сутність методу	Переваги	Недоліки / Обмеження	Де застосовується в бронежилеті
1	2	3	4	5
Зшивання на універсальній машині	З'єднання деталей рівним машинним швом з використанням армованих ниток	Висока міцність, надійність, доступність; універсальність	Можливі потовщення у багатошарових ділянках	Основні конструктивні шви плитоноски
Окантовування	Обробка зрізів кантовою стрічкою	Чистий вигляд, захист від протирання та обсіпання зрізів	Додаткова операція, потрібно точне виконання	Внутрішні зрізи
Виконання дренажних отворів	Формування отворів на спец машинах	Висока точність; не осипається край; виведення вологи	Потрібне обладнання; не всі тканини можна різати	На деталях розміщення балістичних елементів та бронеплит
Термосклеювання / ламінування	З'єднання матеріалів за допомогою клеєвих плівок або тиску/температури	Водонепроникність, легкість, міцність	Вимагає обладнання; потрібен контроль температури	М'які балістичні елементи, жорсткі бронеелементи
Нашивання системи MOLLE	Нашивання строп на машинах автоматах	Додатковий спосіб кріплення спорядження	Збільшує товщину	Платформи, кишені для бронеелементів, чохол захисту паху та камербандів

Наведений аналіз підкреслює складність та багатогранність технологічного процесу виготовлення модульного бронежилета, що зумовлено використанням багатошарових пакетів матеріалів. Кожен з обраних методів – від зшивання армованими нитками до високотехнологічного термосклеювання та автоматизованого нашивання строп MOLLE – спрямований на забезпечення максимальної міцності конструкції та функціональності виробу в екстремальних умовах. Використання спеціалізованого обладнання, зокрема

машин-автоматів для формування дренажних отворів та напівавтоматів для циклічних закріпок, дозволяє досягти високої точності виконання вузлів і є ключовим фактором підвищення продуктивності праці та стабільності показників якості. Оцінка цих методів за критеріями трудомісткості та коефіцієнтом механізації дозволяє обрати найбільш раціональні варіанти обробки для впровадження у виробничий потік

4.1.2 Обґрунтування вибору методів обробки бронежилету модульного

Для технології виготовлення бронежилетів характерні складні та різноманітні методи обробки деталей та вузлів, які визнані багатошаровістю матеріалів [73].

Технологія бронежилетів модульних передбачає різні способи обробки однотипних деталей та вузлів, що пояснюється необхідністю міцності швів та зручністю використання.

Критерієм оцінки методів обробки є якість, технологічність, значення витрат часу та зріст продуктивності праці. Якість методів обробки визначаються властивостями обладнання, присутністю необхідних додаткових матеріалів, фурнітури..

Оцінка аналізу методів обробки вузла виконується на основі критеріїв:

- трудомісткість обробки вузла;
- кількість неподільних операцій при обробці вузла;
- коефіцієнт механізації обробки вузла, % ;
- запропоноване обладнання та устаткування.

Аналіз та оцінка трьох запропонованих варіантів обробки вузлів бронежилету виконується на основі встановлених критеріїв, а саме:

1)Трудомісткість обробки вузла $T_{\text{вуз}}$, с

$$T_{\text{вуз}} = \sum t_{\text{т.н.о.}} \quad (4.1)$$

де $T_{\text{вуз}}$ – трудомісткість обробки вузла, с;

$t_{т.н.о.}$ – норма часу технологічно–неподільної операції, с;

2) Кількість неподільних операцій при обробці вузла (n);

3) Коефіцієнт механізації обробки вузла $K_M \leq 1$, %

$$K_M = \frac{\sum t_m + \sum t_{пр} + \sum t_{н/а} + \sum t_c}{T_{вир.}} \quad (4.2)$$

де t_m – норма часу машинних технологічних неподільних операцій, с; $t_{н/а}$ – норма часу напівавтоматичних технологічних неподільних операцій, с; $t_{пр}$ – норма часу прасувальних технологічних неподільних операцій, с; t_c – норма часу спеціальних технологічних неподільних операцій.

4) Очікуваний зріст продуктивності праці при порівнянні варіантів обробки вузла:

$$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n} \quad (4.3)$$

де T_d – діюча трудомісткість вузла за промисловою технологією, або самий трудомісткий варіант обробки, с;

T_n – нова трудомісткість запропонованого варіанту обробки, с.

5) Очікуване зниження витрат часу на обробку вузла при порівнянні варіантів обробки, %

$$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d} \quad (4.4)$$

де T_d – діюча трудомісткість вузла за промисловою технологією, або самий трудомісткий варіант обробки, с;

T_n – нова трудомісткість запропонованого варіанту обробки, с.

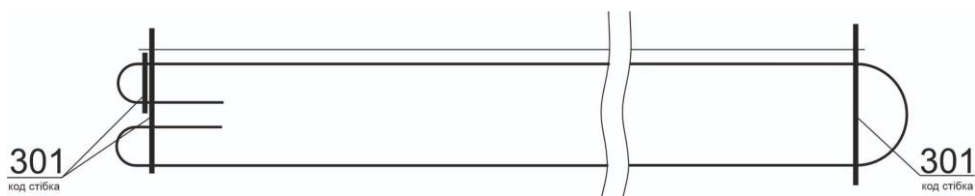
6) Рівень споживчої якості у балах (максимальний рівень якості 1).

Варіанти методів обробки платформи бронежилета представлені на рисунку 4.1. Технологічні послідовності обробки за кожним з варіантів представлено відповідно в таблицях 4.2, 4.3, 4.5.

Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3

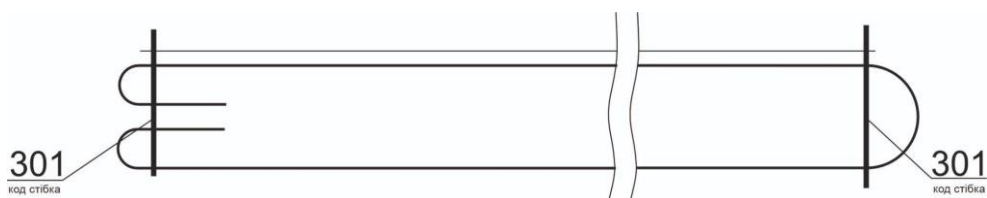


Рисунок 4.1 – Варіанти методів обробки платформи бронежилета

Таблиця 4.2 – Технологічна послідовність обробки платформи бронежилета (варіант 1)

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 100x200 на нижню частину платформи	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
2	Зшити бокові зрізи, склавши деталь платформи лицем всередину	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
3	Вивернути заготовку платформи	Р	1	50	ручні
4	ВТО заготовки платформи	П	1	30	Silter SM/PSA 2102 AP
5	Прокласти оздоблюючу строчку по краю платформи	М	4	30	Jack A5E–A–H–7
6	Настрочити на платформу системи MOLLE (стропи 25x245)	А	3	60	CSM–1510BS–H/CH
	Всього			220	

Таблиця 4.3 – Технологічна послідовність обробки платформи
бронежилета (варіант 2)

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 100x200 на нижню частину платформи	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
2	Прокласти оздоблюючу строчку по бокам біля пришивання текстильної застібки	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
3	Настрочити другу половину платформи по оздоблюючим строчкам	М	1	50	Jack A5E–A–H–7
4	Настрочити на платформу системи MOLLE (стропи 25x245)	А	3	60	CSM–1510BS–H/CH
	Всього			160	

Таблиця 4.4 – Технологічна послідовність обробки платформи
бронежилета (варіант 3)

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 100x200 на нижню частину платформи	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
2	Запрасувати деталь платформи навпіл	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
3	Запрасувати бокові зрізи всередину	Р	1	50	ручні
4	Прокласти оздоблюючу строчку по трьом сторонам деталі платформи	П	1	30	Silter SM/PSA 2102 AP
5	Настрочити на платформу системи MOLLE (стропи 25x245)	А	4	60	CSM–1510BS–H/CH
	Всього			190	

Результати аналізу запропонованих методів обробки платформи бронежилету за обраними критеріями (див. 4.1.2) представлено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Аналіз методів обробки накладних кишень рукавів

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення		
			Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4	5	6
Трудомісткість вузла	T	с	220	160	190
Кількість ТНО	П	Од	6	4	5
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_M = \frac{\Sigma t_m + \Sigma t_{пр} + \Sigma t_{н/а} + \Sigma t_c}{T_{вир.}}$		0,77	1	0,74
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n}$	%		37,5	15,8
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d}$	%		27,3	13,6
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості – 1	бали	1	1	1

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 2, тому що зменшується затрати часу на 27,3 %, збільшується продуктивність праці 37,5 % та зменшується трудомісткість виробу 160 с.

Варіанти методів обробки захисту шийї переду представлені на рисунку 4.2. Технологічні послідовності обробки за кожним з варіантів представлено відповідно в таблицях 4.6, 4.7 , 4.8.

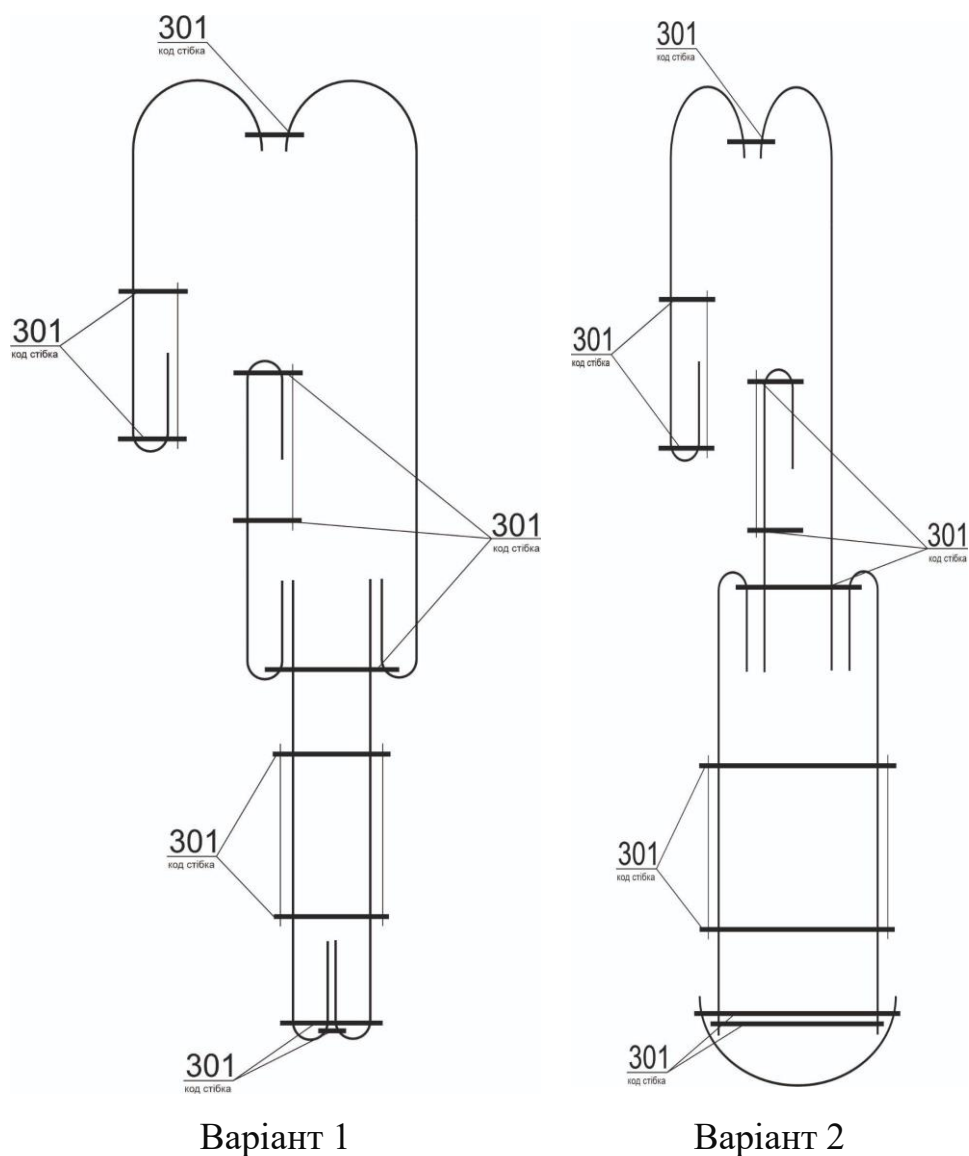


Рисунок 4.2 – Варіанти методів обробки захисту шиї переду

Таблиця 4.6 – Технологічна послідовність обробки обшивки захисту шиї переда (варіант 1)

№	Зміст технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x95 на стропу 40x105	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
2	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x60 на нижній клапан	М	3	45	Jack A5E–A–H–7
3	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x230 на верхній клапан	М	3	50	Jack A5E–A–H–7
4	З'єднати клапана та закріпити по боках	М	3	30	Jack A5E–A–H–7

Кінець таблиці 4.6

1	2	3	4	5	6
5	Настрочити на бокові зрізи стропи	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
6	Зшити передню та задню деталь кишені	М	4	120	Jack A5E–A–H–7
7	Настрочити на нижню обшивку дренажні отвори	Н/А	4	20	Golden Lead GL–430D–CF
8	Зшити деталі обшивки та вивернути деталь	М	3	50	Jack A5E–A–H–7
9	Прокласти оздоблюючу строчку по нижньому краю обшивки	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
10	Настрочити на заготовку обшивки м'яку/жорстку текстильну застібку 40x160	М	3	60	Jack A5E–A–H–7
11	Вшити обшивку в кишеню	М	4	80	Jack A5E–A–H–7
12	Вивернути деталь захисту шиї	Р	1	20	Ручний пристрій
	Всього			560	

Таблиця 4.7 – Технологічна послідовність обробки захисту шиї переду (варіант 2)

№	Зміст технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x95 на стропу 40x105	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
2	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x60 на нижній клапан	М	3	45	Jack A5E–A–H–7
3	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x230 на верхній клапан	М	3	50	Jack A5E–A–H–7
4	З'єднати клапана та закріпити по боках	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
5	Настрочити на бокові зрізи стропи	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
6	Зшити передню та задню деталь кишені	М	4	120	Jack A5E–A–H–7
7	Вивернути кишеню захисту шиї	Р	1	20	Ручні
8	Зшити нижні зріз кишені	М	4	50	Jack A5E–A–H–7
9	Зшити деталі обшивки	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
10	Настрочити обшивку на кишеню	М	4	60	Jack A5E–A–H–7
11	Вивернути деталь	Р	3	80	ручні

Кінець таблиці 4.7.

1	2	3	4	5	6
12	Зшити нижні зрізи обшивки	М	3	20	ручні
13	Настрочити на заготовку обшивки м'яку/жорстку текстильну застібку 40x160	М	4		Jack A5E–A–H–7
14	Окантувати нижній зріз	С	3		Typical GC 2605
15	Закріпити кінці окантовки	М	4		Jack A5E–A–H–7
	Всього			455	

Результати аналіз запропонованих методів обробки захисту шиї переду за обраними критеріями (див. 4.1.2) представлено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Аналіз методів обробки захисту шиї переду

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 1	Варіант 2
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	Т	с	560	455
Кількість ТНО	П	Од	12	15
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_M = \frac{\Sigma t_m + \Sigma t_{пр} + \Sigma t_{н/а} + \Sigma t_c}{T_{вир.}}$		0,85	0,97
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n}$	%		18,8
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d}$	%		23,07
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості – 1	бали	1	1

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 1, тому що зменшується затрати часу на обробку захисту шиї переду на 23,07 %, збільшується коефіцієнт механізації обробки вузла, зростає продуктивність праці на 18,8 3%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

Варіанти методів обробки внутрішнього зрізу основи представлені на рисунку 4.3. Технологічні послідовності обробки за кожним з варіантів представлено відповідно в таблицях 4.9, 4.10 , 4.11.

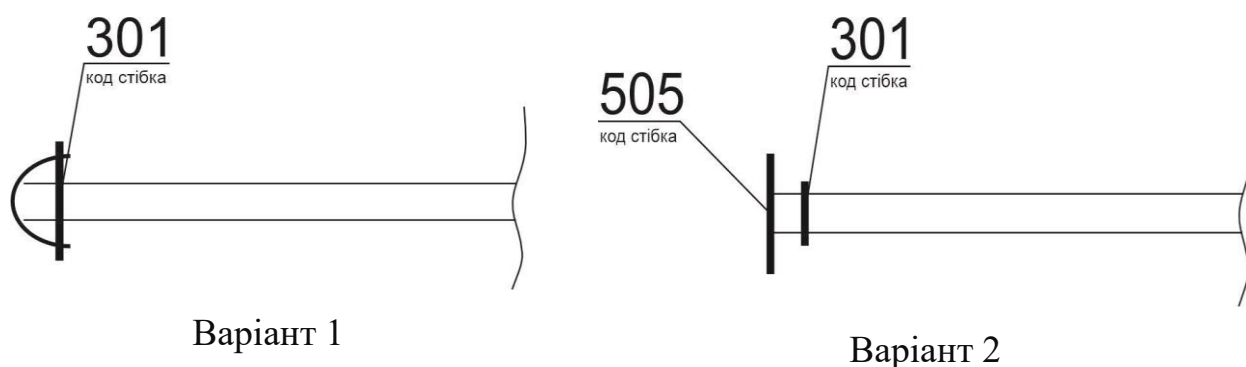


Рисунок 4.3 – Варіанти методів обробки внутрішнього зрізу основи

В першому варіанті рекомендується використання універсальної машини Typical GC 2605 з засобом малої механізації для окантування припусків шва. В другому варіанті обробки пропонується використання крає обметувальної машини Jack E4S–4–M03–333 для обробки припусків шва зшивання зовнішньої та внутрішньої основ.

Таблиця 4.9 – Технологічна послідовність обробки внутрішнього зрізу основи (варіант 1)

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Окантувати шов зшивання зовнішньої та внутрішньої основ	С	3	120	Typical GC 2605
	Всього			120	

Таблиця 4.10 – Технологічна послідовність обробки внутрішнього зрізу основи (варіант 2)

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Обметати шов зшивання зовнішньої та внутрішньої основ	С	3	130	Jack E4S–4–M03–333
	Всього			130	

Результати аналізу запропонованих методів обробки внутрішнього зрізу основи за обраними критеріями (див. 4.1.2) представлено в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Аналіз методів обробки внутрішнього зрізу основи

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 1	Варіант 2
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	120	130
Кількість ТНО	П	Од	1	1
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_M = \frac{\Sigma t_m + \Sigma t_{пр} + \Sigma t_{н/а} + \Sigma t_c}{T_{вир.}}$		1	1
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n}$	%		8,33
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d}$	%		7,7
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості – 1	бали	1	1

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 1, тому що зменшується затрати часу на обробку зрізу основи на 7,7 %, збільшується коефіцієнт механізації обробки вузла, зростає продуктивність праці на 8,33 %, також в цьому методі більший рівень споживчої якості. Зазвичай використовують перший метод обробки.

4.2. Вибір обладнання

Виходячі з особливостей конструкції моделі бронежилета модульного, характеристики матеріалів верху, і підкладки, підбирається обладнання, швейні машини загального та спеціального призначення, а також швейні автомати та напівавтомати, характеристику яких наведено, відповідно, в таблицях 4.12, 4.13.

Таблиця 4.12 – Характеристика швейних машин загального та спеціального призначення

Клас (марка), фірма–виробник, країна	Технологічне призначення	Кодове позначення стібка (ДСТУ ISO 4916:2005)	Максимальна частота обертання головного валу, хв.	Максимальна довжина стібка, мм	Максимальна товщина матеріалу під лапкою, мм	Додаткові відомості (тип механізму переміщення матеріалу, робочі органи; додаткові функції)
1	2	3	4	5	6	7
Jack A5E–A–H–7	Зшивання, обшивання, пришивання, настрочування	301	5000	6	6–13	Автоматичне обрізання ниток, підйом притискної лапки, зупинка голки у заданому положенні, автоматичні закріпки
Typical GC 2605	Окантування	301	2000	6	8	Окантування

Таблиця 4.13 – Характеристика швейних автоматів та напівавтоматів

Клас (марка), фірма–виробник	Технологічне призначення	Кодове позначення стібка (ДСТУ ISO 4916)	Швидкість шиття об\хв	Максимальна довжина стібка, мм	Додаткові відомості
1	2	3	4	5	6
Golden Lead GL–430D–CF	Для нашивання дренажних отворів	301	2500	10	Автоматичне обрізання нитки, електронне керування, можливість запам'ятовувати програми, функція пробивання+обметування
CSM–1510BS–H/CH	Виготовлення складних закріпок або шаблонного шиття за заданим контуром	301	2700	12,7	Автоматична система змащення. Автоматичні функції, обрізка нитки. Електронний ниткопритягувач перешкоджає обриву нитки. Машина має 100 видів закріпок Параметри закріпки з легкістю змінюються

Для операцій ВТО пропонується використання Silter SM/PSA 2102 AP. Silter SM/PSA 2102 AP – це професійна прасувальна система, яка поєднує активну прасувальну дошку з підігрівом та вакуумним відсмоктуванням, а також вбудований парогенератор об'ємом 2 літри з професійною праскою [68]. Ця модель розроблена для інтенсивного використання в ательє, невеликих швейних виробництвах, хімчистках або для дому, де потрібна висока якість прасування [36].

4.3 . Обґрунтування вибору режимів обробки

Асортимент поліетиленових та поліамідних матеріалів відрізняється великим різноманіттям. Цей вид тканини складає основну групу матеріалу, яку використовують для бронежилетів.

Тканина верху має відповідні фізико–механічні та гігієнічні властивості. Завдяки тому, що одним з її складників є поліамідне волокно, підвищується міцність виробу, добре тримає форму, не мнеться, відштовхує вологу.

Для з'єднання деталей одягу обрано армовані нитки кольору в тон тканини, які є міцними та стійкими до механічних пошкоджень. Такі нитки мають велику міцність при розтягуванні, стійкість до тертя, світла, тому що вони гладкі та мають невелику розтяжність. Вони здатні витримувати великі температури при пошитті. Під дією зовнішніх факторів нитки не змінюють свого кольору, бо вони виготовленні із розчину в який додається фарба, а не фарбуються після виготовлення.

Для забезпечення високих експлуатаційних показників, стабільності форми та довговічності виробу в екстремальних умовах було сформовано оптимальний пакет матеріалів, де кожен компонент виконує чітко визначену функцію. Основу чохла становить поліамідна тканина високої щільності, яка завдяки вмісту спеціальних волокон забезпечує виняткову міцність та вологовідштовхувальні властивості. Внутрішня ергономіка реалізується через використання 3D-сітки та ізолону, що відповідають за вентиляцію поверхонь

контакту та амортизацію, тоді як надійність усієї конструкції гарантується застосуванням армованих ниток, стійких до розтягування, тертя та впливу високих температур. Детальна характеристика обраної сировини, її склад та функціональні особливості представлені у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Матеріали, що використовуються для виготовлення плитоноски бронежилета модульного

Матеріал	Склад, %	Призначення	Країна виробник	Особливості
1	2	3	4	5
Тканина поліамідна Тип 1 (Cordura 1000D)	ПА 100	Для тактичного та військового спорядження	США	Стійкість до стирання, висока щільність, водонепроникність, стійкість до ультрафіолету
Тканина підкладкова Т-190	ПЕ 100	Підкладка для тактичного та військового спорядження	Китай	Легкість, зносостійкість, формостійкість
3D-сітка	ПЕ 100	Демпферні елементи	Туреччина	Повітряпроникність, легкість зручність, міцність
Ізолон	ПЕ 100	Демпферні елементи	Туреччина	Амортизація, не поглинає вологу, термоізоляція
Нитка арамідні	ПЕ 100	Зшивання деталей	Польща	Міцність, стійкість до вологи та хімікатів, вогнестійкість

Характеристику швейних ниток та ниткових з'єднувань наведені в таблицях 4.15 та 4.16 відповідно.

Таблиця 4.15 – Характеристика швейних ниток

Назва	Умовне позначення	Лінійна густина	Розривне зусилля	Вид пакування, довжина мотка, м	Ціна, грн.	Призначення
1	2	3	4	5	6	7
Армовані	№40, ПЕ	450	3500	Бабіна, 4000	150	Зшивання

Таблиця 4.16 – Ниткові з'єднання

Найменування шва (ДСТУ ISO 4916 : 2005)	Кодове позначення шва (ДСТУ ISO 4916 : 2005)	Найменування технологічної операції де застосовується шов	Кількість стібків на 10 мм строчки	Ширина шва, мм	Вид та умовний номер ниток	Графічне або умовне зображення шва (ДСТУ ISO 4916 : 2005)
1	2	3	4	5	6	7
Зшивний	1.01.01	Зшивання бічних, поперечних плечових, рельєфних швів	3,5	10,0	№40 ПЕ	
Зшивний	1.01.03	Прокладання оздоблювальної строчки	3,5	7,0	№30 ПЕ	
Зшивний	1.01.02	Зшивання деталей з одночасним обметуванням	3	10,0	№40 ПЕ	
Обшивний	1.09.01	Обшивання коміра	3,5	7,0	№40 ПЕ	
Настрочний	2.02.03	Обробка коміра кишені низу виробу	3,5	10,0	№40 ПЕ	
Зшивний	6.05.01	Зшивання кишені бічної	3,5	7,0	№40 ПЕ	
Зшивний	5.31.06	Настрочування деталі з підігнутими зрізами двома строчками накладна кишеня	3	10,0	№40 ПЕ	

Визначений комплекс матеріалів та параметрів ниткових з'єднань формує технічний фундамент для забезпечення конструктивної цілісності бронежилета. Поєднання поліамідних тканин високої щільності (Cordura 1000D) з армованими нитками №40 дозволяє досягти необхідної міцності швів, здатних витримувати значну вагу жорстких бронеплит та інтенсивні навантаження на

елементи системи MOLLE. Застосування човникових стібків (код 301) для зшивних, обшивних та настрочних операцій гарантує стабільність якості з'єднань на всіх етапах складання виробу, що є критично важливим для збереження його функціональності та балістичної стійкості в екстремальних умовах експлуатації.

4.4 Розробка раціональної послідовності на бронежилет модульний

Розроблена технологічна послідовність виготовлення бронежилету модульного представлена у таблиці 4.17.

Таблиця 4.17– Послідовність виготовлення бронежилету модульного

№	Зміт технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
ЗАГОТОВКА ПЛАТФОРМИ					
1	Настрочити жорстку текстильну застібку 100х200 на нижню частину платформи	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
2	Зшити бокові зрізи платформи, склавши її лицем всередину	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
3	Вивернути заготовку платформи	Р	1	50	ручні
4	ВТО заготовки платформи	П	1	30	Silter SM/PSA 2102 AP
5	Прокласти оздоблюючу строчку по краю платформи	М	4	30	Jack A5E–A–H–7
6	Настрочити на платформу системи MOLLE (стропи 25х245)	А	3	60	CSM–1510BS–H/CH
Всього				220	
ЗАГОТОВКА ПІДПЛАТФОРМ ПЕРЕДУ					
7	Настрочити жорстку текстильну застібку 40х80 на стропу 40х320 хлястика підплатформи	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
8	Настрочити м'яку текстильну застібку 25х125 на стропа 25х170 переду	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
9	Настрочити на деталь клапана дренажні отвори	Н/А	4	20	Golden Lead GL–430D–CF
10	Зшити клапан та підплатформу швом у замок	М	4	46	Jack A5E–A–H–7
11	Настрочити хлястик на внутрішню сторону підплатформи	М	4	25	Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17

1	2	3	4	5	6
12	Настрочити м'яку текстильну застібку 100x200 на деталь підплатформи	М	4	55	Jack A5E–A–H–7
13	Настрочити жорстку текстильну застібку 50x195 на клапан підгинаючи нижній зріз клапана	М	4	25	Jack A5E–A–H–7
14	Настрочити платформу на підплатформу по верхньому зрізу	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
Всього				231	
ЗАГОТОВКА ПІДПЛАТФОРМИ СПИНКИ					
15	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x75 на стропу 40x375 евакуаційної ручки	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
16	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x80 на стропу 40x320 хлястика підплатформи	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
17	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x125 на стропа 25x170 спинки	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
18	Настрочити на деталь клапана дренажні отвори	Н/А	4	20	Golden Lead GL–430D–CF
19	Зшити клапан та підплатформу швом у замок	М	3	46	Jack A5E–A–H–7
20	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x190 на стропа 25x220	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
21	Настрочити стропа на шов зшивання клапана та підплатформи	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
22	Настрочити хлястик на внутрішню сторону підплатформи	М	4	25	Jack A5E–A–H–7
23	Настрочити м'яку текстильну застібку 100x200 на деталь підплатформи	М	4	55	Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17.

24	Закріпити стропа по верхньому зрізу підплатформи	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
25	Настрочити жорстку текстильну застібку 50x195 на клапан підгинаючи нижній зріз клапана	М	4	25	Jack A5E–A–H–7
26	Настрочити платформу на підплатформу по верхньому зрізу Накласти платформу на підплатформу та зшити по верхньому зрізу	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
Всього				301	
ЗАГОТОВКА КИШЕНІ ПЕРЕДУ					
27	Настрочити кокетку на підплатформу	М	4	10	Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17

1	2	3	4	5	6
28	Настрочити на застібку блискавку 8x180 обшивки	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
29	Настрочити застібку блискавку на верхній зріз кокетки	М	4	15	Jack A5E–A–H–7
30	Настрочити нижній зріз підкладки кишені на нижню частину застібки блискавки	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
31	Настрочити еластичну тасьму 25x200 на внутрішню частину підкладки	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
32	Пришити верхній зріз підкладки до верхньої частини застібки блискавки	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
33	Зшити бокові зрізи підкладки, одночасно закріплюючи краї застібки блискавки	М	4	25	Jack A5E–A–H–7
34	Прокласти оздоблюючу строчку по шву вшивання блискавки	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
35	Настрочити на верхню частини застібки блискавки обшивку	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
36	Прокласти оздоблюючу строчку по шву пришивання обшивки	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
37	Намітити місце розташування петельки 8x9	Р	1	3	Лекало, крейда
38	Пришити петельку	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
39	Настрочити на кишеню переду системи MOLLE	А	3	60	CSM–1510BS–H/CH
40	Зшити деталі батану	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
41	Настрочити батан на зовнішню сторону кишені	М	4	90	Jack A5E–A–H–7
Всього				313	
ЗАГОТОВКА КИШЕНІ СПИНКИ					
42	Настрочити кокетку на підплатформу	М	4	10	Jack A5E–A–H–7
43	Намітити місце розташування петельки 8x9	М	1	3	Jack A5E–A–H–7
44	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x75 на стропу 40x375	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
45	Намітити місце розташування евакуаційної ручки	Р	1	3	Лекало, крейда
46	Пришити петельку	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
47	Пришити евакуаційну ручку	М	4	20	Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17

1	2	3	4	5	6
48	Настрочити на кишеню переду системи MOLLE	A	4	60	CSM–1510BS–H/CH
49	Зшити деталі батану	M	3	10	Jack A5E–A–H–7
50	Настрочити батан на зовнішню сторону кишені	M	4	90	Jack A5E–A–H–7
51	Настрочити на верхню частину батану м'яку текстильну застібку 25x90	M	3	15	Jack A5E–A–H–7
Всього				236	
ЗАГОТОВКА ЗОВНІШНЬОЇ ОСНОВИ ПЕРЕДУ					
52	Настрочити на плечові лямки 50x630 м'яку текстильну застібку 50x180 та вставити D–кільця	M	4	360	Jack A5E–A–H–7
53	Настрочити на бокові деталі плечові лямки переду	A	4	30	CSM–1510BS–H/CH
54	Настрочити на основу бокові частини, одночасно підставляючи в плечі деталі ізолону	M	4	65	Jack A5E–A–H–7
55	Настрочити на основу м'яку текстильну застібку 50x215, 50x130	M	3	110	Jack A5E–A–H–7
56	Настрочити кишеню переду на основу (двома строчками) по швам нашивання бокових частин	M	5	480	Jack A5E–A–H–7
Всього				1045	
ЗАГОТОВКА ЗОВНІШНЬОЇ ОСНОВИ СПИНКИ					
57	Настрочити на плечові лямки 50x340 м'яку/жорстку текстильну застібку 50x180, 50x180	M	4	360	Jack A5E–A–H–7
58	Настрочити на бокові деталі плечові лямки спинки	A	4	30	CSM–1510BS–H/CH
59	Настрочити на основу бокові частини, одночасно підставляючи в плечі деталі ізолону	M	4	65	Jack A5E–A–H–7
60	Настрочити на основу м'яку текстильну застібку 100x240, 50x130	M	3	110	Jack A5E–A–H–7
61	Настрочити кишеню спинки на основу (двома строчками) по швам нашивання бокових частин	M	5	480	Jack A5E–A–H–7
Всього				1045	
ЗАГОТОВКА ВНУТРІШНЬОЇ ОСНОВИ (2 деталі)					
62	Настрочити на деталь низу основи дренажні отвори	H/A	4	20	Golden Lead GL–430D–CF

Продовження таблиці 4.17

1	2	3	4	5	6
63	Пришити на краї блискавки 8x550 обмежувачі	М	4	240	Jack A5E–A–H–7
64	Пишити підкладку на внутрішню сторону основи, одночасно підставляючи деталі ізолону	М	4	30	Jack A5E–A–H–7
65	Зшити застібку блискавку та деталь низу	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
66	Прокласти оздоблюючу сточку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
67	Зшити застібку блискавку з основою	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
68	Прокласти оздоблюючу сторочку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
69	Настрочити на основу м'яку текстильну застібку 50x170, 50x180, 25x260	М	3	240	Jack A5E–A–H–7
Всього				560	
МОНТАЖ ОСНОВИ					
70	Зшити внутрішню та зовнішню деталі основи переду	М	4	480	Jack A5E–A–H–7
71	Зшити внутрішню та зовнішню деталі основи спинки	М	4	480	Jack A5E–A–H–7
72	Окантувати шов зшивання переду	С	3	120	Typical GC 2605
73	Окантувати шов зшивання спинки	С	3	120	Typical GC 2605
74	Закріпити кінці окантовки	М	2	60	Jack A5E–A–H–7
Всього				1260	
ЗАХИСТ ШІЙ ПЕРЕДУ					
75	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x95 на стропу 40x105	М			Jack A5E–A–H–7
76	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x60 на нижній клапан	М			Jack A5E–A–H–7
77	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x230 на верхній клапан	М			Jack A5E–A–H–7
78	З'єднати капана та закріпити по боках	М			Jack A5E–A–H–7
79	Настрочити на бокові зрізи стропи	М			Jack A5E–A–H–7
80	Зшити передню та задню деталь кишені	М			Jack A5E–A–H–7
81	Настрочити на нижню обшивку дренажні отвори	Н/А			Golden Lead GL–430D
82	Зшити деталі обшивки та вивернути деталь	М			Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17.

1	2	3	4	5	6
83	Прокласти оздоблюючу строчку по нижньому краю обшивки	М			Jack A5E–A–H–7
84	Настрочити на заготовку обшивки м'яку/жорстку текстильну застібку 40x160	М			Jack A5E–A–H–7
85	Вшити обшивку в кишеню	М			Jack A5E–A–H–7
86	Вивернути деталь захисту шиї	Р			ручні
Всього				560	
ЗАХИСТ ШИЇ СПИНА					
87	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x260 на внутрішню частину верхнього клапану	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
88	Настрочити фігурну текстильну застібку на зовнішню частину верхнього клапану	М	3	40	Jack A5E–A–H–7
89	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x260 на нижній клапан клапан	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
90	З'єднати капана та закріпити по боках	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
91	Зшити передню та задню деталь кишені	М	4	240	Jack A5E–A–H–7
92	Настрочити на нижню обшивку дренажні отвори	Н/А	4	20	Golden Lead GL–430D–CF
93	Підшити верхній зріз обшивки з оворотами	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
94	Зшити деталі обшивки та вивернути деталь	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
95	Прокласти оздоблюючу строчку по нижньому краю обшивки	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
96	Пришити заготовки кишені до верхньої частини обшивки	М	3	40	Jack A5E–A–H–7
97	Зшити шов вшивання кишені	М	4	50	Jack A5E–A–H–7
98	Настрочити на обшивку м'яку/жорстку текстильну застібку 40x180	М	3	120	Jack A5E–A–H–7
Всього				680	
ПЛЕЧОВА НАКЛАДКА 2 деталі					
99	Зшити деталі плечової накладки	М	3	50	Jack A5E–A–H–7
100	Настрочити жорстку текстильну застібку 40x255 на низ та центральну частину деталі	М	3	60	Jack A5E–A–H–7

Продовження таблиці 4.17.

1	2	3	4	5	6
101	Настрочити м'яку текстильну застібку 40x100 на верхню частину	М	3	60	Jack A5E–A–H–7
102	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x40 на стропу 25x55	М	3	40	Jack A5E–A–H–7
103	Настрочити заготовки на шов пришивання текстильної застібки	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
104	Настрочити стропи 25x80 до нижньої частини плечових накладки	М	3	60	Jack A5E–A–H–7
105	Пришити 3D–сітку, одночасно вставляючи деталь ізолону	М	4	120	Jack A5E–A–H–7
Всього				410	
ЗАХИСТ ПАХУ					
106	Настрочити м'яку текстильну застібку 25x70 на стропу 25x130	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
107	Настрочити обмежувачі на застібку блискавку 25x200, 25x160	М	3	240	Jack A5E–A–H–7
108	Настрочити на центральні деталі дренажні отвори	С	4	40	Typical GC 2605
109	Зшити застібку блискавку та нижню деталь	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
110	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
111	Зшити застібку блискавку та центральну деталь	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
112	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
113	Зшити центральну деталь та застібку блискавку	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
114	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
115	Зшити застібку блискавку та верхню деталь	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
116	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
117	Зшити дві полоски по боках	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
118	Вивернути та прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
119	Настрочити на полосу м'яку/жорстку текстильну застібку 50x200	М	3	25	Jack A5E–A–H–7
120	Настрочити заготовку на верхню частину верхніх деталі	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
121	Настрочити на зовнішню деталь захисту паху систему MOLLE	А	4	60	CSM–1510BS–H/CH

Продовження таблиці 4.17.

1	2	3	4	5	6
122	Настрочити м'яку/жорстку текстильну застібку 50x130 на внутрішню частину захисту паху	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
123	Пришити до нижнього зрізу стропу з нашитю текстильною застібкою	М	3	5	Jack A5E–A–H–7
124	Зшити зовнішню та внутрішню деталі	М	4	240	Jack A5E–A–H–7
125	Вивернути деталь захисту шиї	Р	1	120	ручні
126	Прокласти оздоблюючу строчку по краю деталі	М	4	360	Jack A5E–A–H–7
127	Прокласти строчку над верхньою стропою системи MOLLE	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
Всього				1235	
КАМЕРБАНДИ (пара)					
128	Настрочити жорстку текстильну застібку 25x160 на великий клапан	М	3	35	Jack A5E–A–H–7
129	Настрочити на внутрішню деталь дренажні отвори	Н/А	4	60	Golden Lead GL–430D–CF
130	Настрочити на внутрішню деталь м'яку текстильну застібку 25x160, з одночасним вшивання стропи 25x70	М	3	[	Jack A5E–A–H–7
131	З'єднати внутрішню деталь та великий клапан, та закріпити по боках	М	3	20	Jack A5E–A–H–7
132	Настрочити на еластичну тасьму 100x50 м'яку/жорстку текстильну застібку 100x100	А	4	25	CSM–1510BS–H/CH
133	Настрочити підрезинник на заготовку резинки	М	3	15	Jack A5E–A–H–7
134	Нашини на застібку швидкого скидання стропи 40x70	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
135	На зовнішню сторону застібки швидкого скидання Настрочити м'яку/жорстку текстильну застібку 100x100	М	4	80	Jack A5E–A–H–7
136	Настрочити зовнішню деталь систему MOLLE	А	3	80	CSM–1510BS–H/CH
137	Настрочити на зовнішню деталь заготовку застібки	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
138	Настрочити на заготовку застібки малий клапан	М	4	20	Jack A5E–A–H–7
139	Настрочити на протилежну сторону зовнішньої деталі заготовку резинки	М	3	10	Jack A5E–A–H–7
140	Зшити зовнішню та внутрішню деталі	М	4	240	Jack A5E–A–H–7

Кінець таблиці 4.17.

141	Вивернути деталь камербанду	Р	1	120	ручні
142	Прокласти оздоблюючу строчку по краю деталі	М	4	360	Jack A5E–A–H–7
Всього				1120	
ДЕМПФЕР ПЕРЕДУ					
143	Намітити підклад	Р	1	5	Лекало, крейда
144	Настрочити на лице підкладу жорстку текстильну застібку	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
145	Настрочити на зворотню сторону підкладу 3D–сітку (по намітці), одночасно вставляючи деталі ізолону	М	4	240	Jack A5E–A–H–7
146	Окантувати зовнішній зріз демпферу	С	3	15	Typical GC 2605
147	Закріпити кінець окантовки	М	3	7	Jack A5E–A–H–7
Всього				297	
ДЕМПФЕР СПИНКИ					
148	Намітити підклад	Р	1	5	Лекало, крейда
149	Настрочити на лице підкладу жорстку текстильну застібку	М	3	30	Jack A5E–A–H–7
150	Настрочити на зворотню сторону підкладу 3D–сітку (по намітці), одночасно вставляючи деталі ізолону	М	4	240	Jack A5E–A–H–7
151	Окантувати зовнішній зріз демпферу	С	3	15	Typical GC 2605
152	Закріпити кінець окантовки	М	3	7	Jack A5E–A–H–7
Всього				297	
КІНЦЕВІ ОПЕРАЦІЇ					
153	Почистити виріб від виробничого сміття	Р	1	420	Ножиці, запальничка
154	Зібрати окремі деталі в готову плитоноску	Р	1	480	ручні
155	Вкласти в кишені елементи бронезахисту	Р	1	720	ручні
Всього				1620	
Всього на виготовлення виробу				11430	

Запропонована технологічна послідовність виготовлення бронежилету модульного складається з 155 неподільних операцій. Загальний час

виготовлення виробу – 11 430 с. Технологічна карта бронежилету модульного представлена в Додатку В.2.

4.5 Складання схеми поділу праці на виготовлення базової моделі, її аналіз та розрахунок техніко–економічних показників

Складання схеми поділу праці включає в себе наступний комплекс робіт: визначення послідовності організаційних операцій; визначення спеціальності та розряду робіт; вибір засобів технічного оснащення та встановлення режимів обробки; розрахунок норми виробітки по кожній організаційній операції розрахунок кількості робітників; синхронізацію операцій по такту; розподіл організаційних операцій по секціям; відбір та закріплення деталей по групам; заповнення технічної документації.

Тип потоку його структура, вид і спосіб запуску деталей та виробу у потік, транспортувальні засоби вибираються аналізуючи вихідні дані. Враховуючи усі перераховані чинники обрано агрегатно–групову форму потоку. Максимальна спеціалізація робочих місць досягається за рахунок розподілу потоку на групи, спеціалізації на обробці одного–двох вузлів чи деталей..

Визначивши форму організації потоку було проведено попередній розрахунок:

Трудомісткість виготовлення моделі:

$$T_m = 11430 \text{ с}$$

Кількість робітників в потоці:

$$K_p = 30 \text{ чол.}$$

Такт потоку:

$$\tau = T_m / K_p = 11430 / 30 = 381 (\text{с})$$

Умови узгодження для організаційних операцій:

Розрахунок основних умов узгодження по кратним операціям представлені в таблиці 4.18

Таблиця 4.18 – Умовне узгодження по кратним операціям

Кількість операцій	Такт і допустимі відхилення		
	0,9	τ	1,15
1	2	3	4
1	343	381	438
2	686	762	876
3	1029	1143	1314

Схема поділу праці представлена в Додатку В.1.

Зведення робочої сили представлено в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – Зведення робочої сили

Розряд	Час обробки по спеціальностям, с						Загальний час обробки за розрядом	Розрахункова кількість робітників	Сума тарифних розрядів	Тарифний коефіцієнт	Сума тарифних коефіцієнтів
	М	С	Р	Н/А	П	А					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	—	—	1949	—	30	—	1979	5,19	5,19	1,0	5,19
2	60	—	—	—	—	—	60	0,16	0,32	1,09	0,17
3	2500	270	—	—	—	200	2970	7,80	23,4	1,18	9,20
4	5056	40	—	160	—	205	5461	14,33	57,32	1,27	18,20
5	960	—	—	—	—	—	960	2,52	12,6	1,36	3,43
Всього	8576	310	1949	160	30	405	11430	30	98,83	—	36,19

Коефіцієнт механізації потоку

Випуск виробів у зміну визначається за формулою:

$$В_{ам} = T_{зм} / \tau = 28800/381 = 75,6 \quad (4.2)$$

Продуктивність праці одного робітника:

$$П_{п.} = T_{зм} / T = 28800/11430 = 2,52 \quad (4.3)$$

Середній тарифний коефіцієнт:

$$К_{ср.тар} = \Sigma к_{тар} / К_{р.ф} = 44,56/30 = 1,5 \quad (4.4)$$

Середній тарифний розряд:

$$Р_{ср.тар.} = \Sigma р_{тар.}/К_{р.ф.} = 105/30 = 3,5 \quad (4.5)$$

$$К_{мех.} = (t_{м} + t_{с} + t_{п}) / T = 9486/11430 = 0,83 \quad (4.6)$$

Техніко-економічні показники потоку наведено в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – Техніко–економічні показники потоку

Техніко–економічні показники потоку	Позначення	Одиниці виміру	Значення потоку
Трудомісткість	Т	С	11430
Випуск виробів у зміну	Вам.	Од.	75,6
Продуктивність праці одного працюючого	Пп.	Од.	2,52
Кількість працюючих	Кр	Чол.	30
Такт потоку	Т	С	381
Середній тарифний коефіцієнт	К ср.тар.	–	1,5
Середній тарифний розряд	РСР	–	3,5
Коефіцієнт механізації потоку	Кмех	–	0,83

Наведені результати розрахунків підтверджують високу ефективність організації праці та стають вихідними даними для подальшого проектування площі швейного цеху

4.6. Розрахунок площі швейного цеху

Планування потоку в приміщенні цеху передбачає наступні етапи: вибір типів та розмірів робочих міст у відповідності з кожною організаційною операцією технологічної схеми поділу праці; вибір розпланування робочих міст в групах та секціях.

При проектуванні площі швейного цеху необхідне дотримання наступних вимог:

- недозволено пересікання людського та вантажопотоків;
- у кожній секції передбачається стіл запуску який встановлюється; впритул до першого агрегату робочих місць. Габарити столів визначені шириною агрегату (1,5х3,0м);

- відстань між плановими модулями не менш 1,5м;
- відстань між групами робочих міст – 0,8 – 1,2
- відстань між секціями не менш 2,0–2,5м;
- відстань від бічних стін до робочих місць не менш 1,2м;
- при розташуванні місць запуску крою та випуску готової продукції на одному місці – відстань від торцевої стіни до стола запуску (випуску) або відстань між потоками по довжині цеху не менш 5,0–6,0м, у протилежних кряях потоку відстань від стіни до стола запуску (випуску) не менш 2,5–3,0;
- головний прохід не менш 3,0м.

Площа швейного цеху дорівнює :

$$S = S_n * K_p = 4,5 * 30 = 135 \text{ м}^2, \quad (4.7)$$

де S_n – норма площі на одного працівника;

K_p – кількість робітників в цеху

Для проектування швейного цеху обрано площу 135 м²

Розпланування процесу виготовлення бронежилета модульного надано в Додатку В (рисунок В.2.2.0)

4.7 Розробка плану замовлення та матеріального кошторису

Розробка плану замовлення та матеріального кошторису – це процес створення ключового фінансового документа, який деталізує усі необхідні витрати на певний проєкт (в даному випадку, виготовлення бронежилету), визначає потреби в ресурсах (матеріалах та робочій силі) та слугує основою для бюджетування, планування, контролю і прийняття рішень, забезпечуючи ефективне управління фінансами та ресурсами.

4.7.1 Обґрунтування вибору потужності підприємства

Підприємство, що проєктується має середню потужність, і спеціалізується в основному на виготовленні плитоносок. В основному на підприємстві виготовляються плитоноски, захисні костюми..

Продукція яка виготовляється реалізується на вітчизняний ринок та на європейський ринок.

На цей час, обраний асортимент є актуальним та користується підвищеним попитом споживачів. Тому для проєктування експериментального, підготовчого та розкрійного цехів, розробляється виробнича програма та матеріальний кошторис з використанням саме цього асортименту.

4.7.2 Розрахунок плану–замовлення

Розрахунок плану замовлення на підприємстві проводиться для визначення об'ємів випуску продукції на місяць або рік. Розрахунок проводиться із урахуванням обраного асортименту та потужності підприємства. Для побудови плану замовлення необхідно провести розрахунок, зміст якого полягає в наступному. Розрахунок проводиться на рік. Для кожного потоку, який спеціалізується на випуску продукції необхідно встановити проєктний випуск в зміну, за формулою:

$$B_{зм} = T_{зм} K_p / T_{об} = 28800 * 30 / 11430 = 76 \quad (4.8)$$

де, $T_{зм}$ – тривалість зміни, с;

K_p – кількість робітників в потоці, чол.;

$T_{об}$ – час обробки виробу, с.

Річний випуск розраховується за допомогою даної формули:

$$P_v = B_{зм} P_{\phi} = 76 * (21 * 12) = 19152 \quad (4.9)$$

де, $B_{зм}$ – добовий випуск всіх потоків, од;

P_{ϕ} – річний фонд робочого часу, днів.

Продуктивність праці розраховують за формулою:

$$P_{п} = T_{зм} / T_{об} = 28800 / 11430 = 2,52 \quad (4.10)$$

де, $T_{зм}$ – тривалість зміни, с;

$T_{об}$ – час обробки виробу, с.

Розрахунок плану–замовлення складений на рік і представлений в таблиці 4.9.

Таблиця 4.21– План – замовлення

Асортимент виробів	Річний випуск, од.	Кількість моделей на рік, од.	Річний фонд робочого часу, днів	Продуктивність праці, яка планується, од.	Кількість потоків, яка планується, од. в зміну	Необхідна кількість працівників, чол.			Випуск в зміну, од.		Добовий випуск всіх потоків, од.
						на добу	в зміну	в потоці	одного потоку	всіх потоків	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бронежилет модульний	19048	6	252	4,5	1	30	30	30	30	30	75

Наведений план–замовлення (див. табл. 4.21) є підсумковим документом, що визначає виробничу потужність підприємства та річну програму випуску модульних бронежилетів. Розрахунки свідчать, що при залученні 30 працівників та досягненні продуктивності праці на рівні 2,52 од./люд., підприємство здатне забезпечити стабільний випуск у кількості 75–76 одиниць готової продукції за зміну. З урахуванням річного фонду робочого часу у 252 дні, загальний обсяг виробництва становить понад 19 000 виробів на рік, що дозволяє не лише задовольняти потреби вітчизняного ринку в засобах індивідуального захисту, а й розглядати перспективи виходу на європейський ринок.

Чохол бронежилету модульного, спроектований та виготовлений в рамках розробки представлено в Додатку В (Рисунок В.2.3).

Висновки до розділу 4

1. Проведено аналіз методів обробки платформ, обробки елементу захисту шийї переду, внутрішнього зрізу основи. За критеріями: кількість технологічно—неподільних операцій, коефіцієнт механізації, зріст продуктивності праці, зниження витрат часу на обробку та рівень споживчої якості обрано раціональні методи обробки.
2. На основі проведеного аналізу методів обробки обґрунтовано вибір обладнання: швейні машини загального та спеціального призначення, а також швейні автомати та напівавтомати.
3. На основі досліджень, проведених в розділі 3 запропоновано пакет матеріалів для виготовлення плитоноски бронежилету модульного, обрано режими обробки та параметри ниткових з'єднувань.
4. Розроблено раціональну технологічну послідовність виготовлення бронежилету модульного. Загальна трудомісткість виробу склала 11430 с.
5. Обґрунтовано вибір потужності підприємства, виконано попередній розрахунок потоку, складено технологічну схему поділу праці та визначено техніко—економічні показники потоку. Проведено розрахунок плану—замовлення. Розраховано площу швейного цеху та виконано його розпланування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В першому розділі проведено аналіз історичного розвитку бронежилетів, їх класифікації, сучасних матеріалів та технологій. Встановлено, що еволюція бронезахисту пройшла шлях від важких металевих обладунків до відносно легких і високоефективних бронежилетів, які є результатом поєднання полімерних волокон, кераміки та металів, що забезпечує високий рівень захисту при прийнятній вазі. Розглянуто особливості світового та українського виробництва. Визначено ключові проблеми галузі, зокрема: висока вартість імпортованих матеріалів (арамідні волокна, НВМПЕ), обмежені можливості власних наукових розробок, а також конструктивні труднощі, пов'язані зі збільшенням ваги при підвищенні рівня захисту. На основі аналізу діючого технологічного процесу виготовлення бронежилетів на підприємстві ТОВ UKRTAC, сформульовано основні напрямки його вдосконалення, які лягли в основу подальшого дослідження.

2. В другому розділі досліджено фізико-механічних показників матеріалів для виготовлення чохла бронежилетів. Об'єктами дослідження були обрані ключові матеріали для виготовлення чохла модульного бронежилета: поліамідна тканина Типу 1 (склад 100% ПА, колір ММ-14) та текстильна застібка (100% ПЕ). Проведені випробування в Аналітично-дослідній випробувальній лабораторії «Текстиль-ТЕСТ» показали, що всі досліджені фізико-механічні характеристики повністю відповідають вимогам Технічних специфікацій Міністерства оборони України (ТС Міноборони), зокрема ТС А01XJ.06908-098:2018 (01) та ТС А01XJ.32412-093:2018 (01). Підтверджено відповідність: поверхневої густини (275 г/м²), кількості ниток (140/122 нит./10 см), міцності на розрив (3889 Н по основі), стійкості до роздирання (284 Н по основі), стійкості до стирання (80000 циклів), водотривкості (1170 мм вод. ст.) та питомого зусилля розшарування текстильної застібки після 10000 циклів. Це підтвердило придатність обраних матеріалів для використання у виробництві чохла модульного бронежилета відповідно до встановлених технічних умов.

3. В конструкторському розділі проведено допроектні дослідження, у результаті яких визначено цільову групу споживачів – військовослужбовці (чоловіки та жінки) віком 18–56 років, розмірів S–XL та зростів 164–190, із

середнім типом статури. Сформульовано основні споживчі вимоги до виробу, такі як високий рівень захисту, зручність при активному русі, довговічність, ремонтпридатність, можливість швидкого регулювання, а також виробничі вимоги (можливість масового виробництва та доступність матеріалів). Запропоновано модель, конструкцію, пакет матеріалів (тканина поліамідна з PU-покриттям, сітка 3D, арамідні шари, UHMWPE) та фурнітуру. Розроблено комплект проєктно-конструкторської документації на базову модель модульного бронежилета (БМ), включаючи технічний опис, технічні малюнки, а також проведено нормування витрат матеріалів.

4. В технологічному розділі проаналізовано та обрано раціональні методи обробки ключових вузлів (платформ, захисту ший переду, внутрішнього зрізу основи) за критеріями мінімізації технологічно-неподільних операцій, підвищення коефіцієнта механізації, зростання продуктивності праці та зниження витрат часу. Проведено вибір обладнання (швейні машини Jack A5E-A-H-7, Typical GC 2605, автомати CSM-1510BS-H/CH), обґрунтовано режими обробки та ниткові з'єднання (нитки армовані №40). Розроблено раціональну технологічну послідовність виготовлення модульного бронежилета. Обґрунтовано вибір потужності підприємства (середня потужність, спеціалізація на плитоносках) та складено технологічну схему поділу праці. Визначено техніко-економічні показники потоку, включаючи трудомісткість (11 430 с), коефіцієнт механізації (0,83), такт потоку (381 с), а також розраховано план-замовлення, який передбачає випуск приблизно 19 048 одиниць на рік. Розраховано необхідну площу швейного цеху (135 м²) та виконано його розпланування.

5. В результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено та виготовлено чохол бронежилету модульного. Дослідження підтвердило можливість використання високоякісних матеріалів, що відповідають вимогам ТС Міноборони, та забезпечило повний набір інформації (конструкторської, матеріалознавчої та технологічної) для організації ефективного масового виробництва бронежилетів модульного типу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бронежилети в Україні: важливість для захисту // Новинарня. 19.02.2025. URL: <https://novynarnia.com/2025/02/19/bronezhylety-v-ukrayini-vazhlyvist-dlya-zahystu/> (Дата звернення: 02.11.2025)
2. Аналітично–дослідна випробувальна лабораторія «Текстиль–TEST» // КНУТД. – URL: [https://knutd.edu.ua/researchwork/rd_departments/Textile TEST/](https://knutd.edu.ua/researchwork/rd_departments/Textile_TEST/) (Дата звернення: 02.11.2025)
3. Подойніцин В., Яфонкін А. Еволюція українських бронежилетів в період 1991–2022 років // Воєнно–історичний вісник. 2022. URL: <https://viv.nuou.org.ua> (Дата звернення: 02.11.2025)
4. «Що вдягнути давньогрецькому воїну, якщо він із середнього класу? Історія обладунків від кіраси гопліта до лицарських латів (та їхня приблизна вартість)» / Дмитро Раєвський, Тетяна Логвиненко // Babel.ua. 22.07.2022. URL: <https://babel.ua/texts/81821-shcho-vdyagnuti-davnogreckomu-vojinu-yakshcho-vin-iz-serednogo-klasu-istoriya-obladunkiv-vid-kirasi-goplita-do-licarskih-lativ-ta-jihnya-priblizna-vartist> (Дата звернення: 03.11.2025)
5. «Луцькі лицарі розповіли про шкіряні та тканинні обладунки» // VolynUA. URL: <https://volynua.com/posts/lutski-litsari-rozpovili-pro-shkiryani-ta-tkaninni-obladunki> / (Дата звернення: 03.11.2025)
6. Латні костюми XV ст. – коротка характеристика // Львівський історичний клуб. 01.01.2021. URL: <https://lvivmedievalclub.wordpress.com/2021/01/01/%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B%D1%96-%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8E%D0%BC%D0%B8-xv-%D1%81%D1%82-%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0-%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81/> (Дата звернення: 03.11.2025)
7. Раєвський Д., Логвиненко Т. Що вдягнути давньогрецькому воїну, якщо він із середнього класу? Історія обладунків від кіраси гопліта до лицарських латів (та їхня приблизна вартість) // Babel.ua. 22.07.2022. URL: <https://babel.ua/texts/81821-shcho-vdyagnuti-davnogreckomu-vojinu-yakshcho-vin-iz-serednogo-klasu-istoriya-obladunkiv-vid-kirasi-goplita-do-licarskih-lativ-ta-jihnya-priblizna-vartist> (Дата звернення: 05.11.2025)

8. Від шовку до сталі Метінвесту: історія українського бронезжилета» // Metinvest.media. 01.06.2023. URL: <https://metinvest.media/ua/page/vd-shovku-do-stal-metnvestu-storya-ukranskogo-bronezhileta> (Дата звернення: 05.11.2025)
9. Казимир Зеглен — священник, який винайшов бронезжилет. URL: <https://credo.pro/2021/09/299233> (Дата звернення: 04.11.2025)
10. Flak jacket // Wikipedia (італ.). URL: https://it.wikipedia.org/wiki/Flak_jacket (Дата звернення: 04.11.2025)
11. Бронезжилет модульний UT-SAVE Level 2 (Multicam) // UkrTac.com. URL: https://ukrtac.com/product/bronezhylet-modulnyj-ut-save-level-1-piksel.html?attribute_pa_kolor=multicam&attribute_pa_rozmir=l&attribute_pa_klas_bokovogo_zahystu=2&attribute_pa_plyty=bez-plyt&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Performance_Max_General&utm_content=gid_x_c_9198817&utm_term=&gad_source=1&gad_campaignid=22665613907&gbraid=0AAAAAoyZLezrPAQa6d-8WP91_VW66Y27L&gclid=Cj0KCQiAubrJBhCbARIsAHIdxD8W83O_eLGd9pQSRIN7Cf4BgIYFmyq0brQCY6M6moltojNpI1UGeA0aAh_mEALw_wcB (Дата звернення: 06.11.2025)
12. ДСТУ 8782:2018. Засоби індивідуального бронезахисту. Класифікація, загальні технічні вимоги та методи випробувань. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/> (Дата звернення: 06.11.2025)
13. ДСТУ 8782:2018 «Засоби індивідуального захисту. Бронезжилети. Класифікація. Загальні технічні умови». Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. URL: <https://defenceukr.com.ua/dstu-8782.pdf> (Дата звернення: 05.11.2025)
14. Міністерство оборони України. Засоби індивідуального бронезахисту: класифікація та призначення. — Київ, 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1094-19#Text> (Дата звернення: 08.11.2025)
15. Бронезжилет модульний UT-SAVE Level 2 (Multicam) // RAROG.ua. URL: <https://rarog.ua/product-category/modulni-bronezhylety/> (Дата звернення: 08.11.2025)
16. Кевлар. URL: <https://composites.com.ua/sklotkanyny-vugletkanyny-gibrydni-tkanyny-aramidni-tkanyny/tkanyna-aramidna-kevlar-200g-m2-polotno/> (Дата звернення: 08.11.2025)
17. Надвисокомолекулярний поліетилен (UHMWPE) // Kiborg.com.ua. URL: <https://kiborg.com.ua/nadvysokomolekuliarnyi-polietylen-nvmpe-uhmwpe-31-hrn-za-1-kv.m./> (Дата звернення: 10.11.2025)

18. Керамічні бронеплити 6 класу захисту. URL: https://defenceukr.com.ua/p/komplekt-keramicnix-broneplit-6-klasu-zaxistu-vaga-28-kg-broneplastini-rozmir-25-na-30-sm-riven-nij-iv-p0601c?gad_source=1&gad_campaignid=22310521134&gbraid=0AAAAApDjWX-UmKbdEe7gqghvYOeGDIO3H&gclid=Cj0KCQiAubrJBhCbARIsAHIdxD9nIU74vmoJuxOi-F0_6LMKF5veDHpiRen7x6P-QUO_Cja2vEgU_VIaALTUEALw_wcB (Дата звернення: 10.11.2025)
19. Різноманітні бронеплити для бронезилета // Dveri.com.ua. URL: https://dveri.com.ua/articles/Vidi_plastin_dlya_bronejileta.html (Дата звернення: 10.11.2025)
20. Працюють заради зменшення // LB.ua. 14.05.2024. URL: https://lb.ua/economics/2024/05/14/613166_pratsyuyut_zaradi_zmenshennya.html (Дата звернення: 12.11.2025)
21. Ковальчук Д. Хочеш миру – готуйся до війни: як виробляють бронезилети для українських бійців // Styler.RBC.ua. 2024. URL: <https://styler.rbc.ua/ukr/zhizn/hochesh-mira-gotovsya-voyne-reportazh-zavoda-1464889143.html> (Дата звернення: 12.11.2025)
22. Плитоносник / Plate carrier Perun — надійний захист // Velmet.ua. URL: https://velmet.ua/plitonoski_plate_carrier_perun_nadiynny_zakhyst.html (Дата звернення: 12.11.2025)
23. Подойніцин В., Яфонкін А. Еволюція українських бронезилетів в період 1991–2022 років // Воєнно-історичний вісник. 2022. Т. 44, № 2. С. 5–19. DOI: <https://doi.org/10.33099/2707-1383-2022-44-2-5-19> (Дата звернення: 15.11.2025)
24. Темп-3000 // Wikipedia. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%E2%80%933000> (Дата звернення: 15.11.2025)
25. PROF1Group. Українська броня / PROF1Group — каталог засобів індивідуального бронезахисту та бронезилетів. URL: <https://prof1group.ua/ukranska-bronya-1> (Дата звернення: 02.11.2025)
26. UKRTAC. Українське виробництво засобів індивідуального захисту. URL: <https://ukrtac.com> (Дата звернення: 20.11.2025)
27. М-ТАС // Wikipedia. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/М-ТАС> (Дата звернення: 24.11.2025)
28. Міністерство оборони України. Технічний опис «Бронезилет модульний (універсальний)» ТО А01ХJ.29423-104:2025. Київ: МОУ, 2025. URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/tehnichnij-opis-bronezhilet-modulnij-universalnij-to-a01-xj-29423-104-2025> (Дата звернення: 19.11.2025)

29. Міністерство оборони України. Нормативно-правова база. Тип документів: «Технічні специфікації» // mod.gov.ua. URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/type-tehnichni-speczifikacziyi> (Дата звернення: 19.11.2025)
30. Розуміння деформації задньої поверхні бронежилетів [https://premierbodyarmor.com/blogs/pba/backface-deformation-in-body-armor:](https://premierbodyarmor.com/blogs/pba/backface-deformation-in-body-armor) (Дата звернення 20.11.2025)
31. Метрологічні характеристики ваг: похибка, дискретність та класи точності // VIS.ua. URL: <https://vis.ua/metrolohichni-kharakterystyky-vah-pokhybka-dyskretnist-ta-klasy-tochnosti/> (Дата звернення: 20.11.2025)
32. Застібка текстильна ТС A01XJ.32412-093^2018 URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/zastibka-tekstilna-ts-a01xj-32412-093-2018-01> (Дата звернення: 21.11.2025)
33. Бронежилет модульний (універсальний) ТО A01XJ.29423-104:2025 - <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/tehnichnij-opis-bronezhilet-modulnij-universalnij-to-a01-xj-29423-104-2025> (Дата звернення: 21.11.2025)
34. VELES HV PRO — м'який бронежилет із балістичною захистом: <https://velmet.ua49-sredstva-zasshity/bronejilety/bronejilety-skrytogo-noshenija/bronezhilet-s-myagkoj-ballisticheskoy-zashchitoj-veles-hv-pro-tip-a-black.html> (Дата звернення: 22.11.2025)
35. Бронежилет для цивільних і військових потреб: що потрібно знати // Detector Media. 30.09.2024. URL: <https://detector.media/withoutsection/article/232795/2024-09-30-bronezhilet-dlya-tsyvilnykh-i-viyskovykh-potreb-shcho-potribno-znaty/> (Дата звернення: 22.11.2025)
36. Вплив матеріалів на ефективність та вагу бронежилетів // Dlab.com.ua. 29.11.2024. URL: <https://www.dlab.com.ua/article/security/vpliv-materialiv-na-efektivnist-ta-vagu-bronezhiletiv> (Дата звернення: 02.11.2025)
37. Металеві броньові матеріали // Енциклопедія Сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-66652> (Дата звернення: 25.11.2025)
38. Тактичне спорядження, яке протестувала війна // Урядовий кур'єр. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/taktichne-sporyadzhennya-yake-protestovala-vijna/> (Дата звернення: 25.11.2025)
39. ДСТУ 8782:2018. Засоби індивідуального бронезахисту. Класифікація, загальні технічні вимоги та методи випробувань. Київ:. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77574 (Дата звернення: 26.11.2025)

40. ДСТУ В 4103–2002. Засоби індивідуального бронезахисту. Терміни та визначення. Київ: Держстандарт України, 2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/59892> (Дата звернення: 24.11.2025)
41. Бойко В. Г., Гончаренко А. О. Дослідження механічних характеристик арамідних волокон для засобів індивідуального захисту // Вісник Хмельницького національного університету. 2020. № 5. URL: <https://vs.knu.kh.ua> (Дата звернення: 24.11.2025)
42. Міністерство оборони України. Вимоги до засобів індивідуального бронезахисту Збройних Сил України. URL: <https://mod.gov.ua/news/individualnij-zahist-vijskovih-yaki-klyuchovi-zasobi-dlya-bezpeki-vijskovosluzhbovcziv-zsu-ta-dsst> (Дата звернення: 04.11.2025)
43. Сидоренко С. С., Мельник М. М. Аналіз ефективності використання керамічних плит у бронезжилетах // Вісник матеріалознавства. 2024. № 1. С. 30–35.
44. Гаврилук О. Теоретичні аспекти балістичних випробувань бронезжилетів // Вісник НТУУ «КПІ». 2020. № 45. С. 58–66.
45. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694–XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (Дата звернення: 14.11.2025)
46. Види бронезжилетів // Balistyka.ua. URL: <https://balistyka.ua/articles/vydy-bronezhyletiv> (Дата звернення: 25.11.2025)
47. Характеристики бронезжилетів // 0352.ua. URL: <https://0352.ua/list/395249> (Дата звернення: 24.11.2025)
48. Види бронезжилетів // ARP.co.ua. URL: <https://arp.co.ua/vydy-bronezhyletiv/?srsltid=AfmBOopUou35k1M21gAIx7OwD-GDf-UkHYX7hGHlRmZJt1YBQYvfPdYD> (Дата звернення: 24.11.2025)
49. Клас захисту бронезжилета // Maroder.com.ua. URL: https://maroder.com.ua/uk/obzor/klass-zashhityi-bronezhileta/?srsltid=AfmBOoqxKsi22LtVtJYaKqfTB0WI_um9isptCsJeWgwLT9QHTKplkdcA (Дата звернення: 24.11.2025)
50. TS_08_05_24_Bronezhilet_polegshenij_9f1e38d004.pdf (технічний документ).
51. ТС А01XJ.32412–093:2018 (01). Застібка текстильна. Технічна специфікація Міністерства оборони України. URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/zastibka-tekstilna-ts-a01xj-32412-093-2018-01> (Дата звернення: 10.11.2025)
52. ТС А01XJ.06908–098:2018 (01). Тканина поліамідна. Технічна специфікація Міністерства оборони України. URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/tkanina-poliamidna-ts-a01xj-06908-098-2018-01> (Дата звернення: 10.11.2025)

53. ТС А01XJ.29423–420:2025 (02). Бронежилет модульний. Технічна специфікація Міністерства оборони України. URL: <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/bronezhilet-modulnij-ts-a01-xj-29423-420-2025-02> (Дата звернення: 10.11.2025)
54. ДСТУ ISO 105–C06:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбування. Частина C06. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=90411 (Дата звернення: 10.11.2025)
55. ДСТУ ISO 4920:2005 Матеріали текстильні. Метод визначення опору до зволоження поверхні. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95304 (Дата звернення: 10.11.2025)
56. ДСТУ EN 12127:2009 Матеріали текстильні. URL: Визначення маси на одиницю площі. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29526 (Дата звернення: 11.11.2025)
57. ДСТУ ISO 12947–2:2005 Матеріали текстильні. Визначення опору стиранню методом Мартиндаля. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77175 (Дата звернення: 11.11.2025)
58. ДСТУ ISO 13937–2:2006 Матеріали текстильні. Стійкість до роздирання. Частина 2. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77178 (Дата звернення: 11.11.2025)
59. ДСТУ ISO 14419:2005 Матеріали текстильні. Оливовідштовхувальність. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=94976 (Дата звернення: 11.11.2025)
60. ДСТУ EN 20811:2004 Матеріали текстильні. Визначення стійкості до проникнення води. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77180 (Дата звернення: 11.11.2025)
61. ДСТУ EN ISO 13934–1:2018 Текстиль. Розривні властивості тканин. Частина 1. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77622 (Дата звернення: 11.11.2025)
62. ДСТУ ISO 105-C06:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина C06. Метод визначення тривкості фарбовання до прання в домашніх умовах і пральнях/ URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=90411 (Дата звернення: 11.11.2025)
63. ДСТУ 2059-92 (ГОСТ 30019.3-93) Застібка текстильна. Метод визначення міцності розшарування URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=53804 (Дата звернення: 11.11.2025)

64. ДСТУ EN 1049-2:2004 Текстиль. Матеріали ткани. Структура. Аналізування методів. Частина 2. Визначання кількості ниток на одиницю довжини (EN 1049-2:1993, IDT) URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=95189 (Дата звернення: 11.11.2025)
65. Бояров В. Т., Жданюк М. М., Чередніков О. М. Розробка пропозицій щодо застосування демпфіруючих елементів бронепластин // Проблеми якості оборонної продукції. Матеріали IV Всеукр. наук.–практ. конф. Київ, 2022. С. 13–15.
66. Guleria T., Verma N., Zafar S., Jain V. Fabrication of Kevlar®–reinforced ultra–high molecular weight polyethylene composite... // Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2020. Vol. 40(7–8). P. 307–320. DOI: <https://doi.org/10.1177/0731684420959449> (Дата звернення: 25.11.2025)
67. Боброва С. Ю., Галавська Л. Є. Розробка балістичних трикотажних полотен... // Вісник КНУТД. 2015. № 3 (86). С. 114–120. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/471> (Дата звернення: 28.11.2025)
68. Савцова О. В., Воронов Г. К., Фесенко О. І., Смирнова Ю. О. Високоміцні склокомпозиційні матеріали... Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 162 с.
69. Бакан Л. А., Білоцька Л. Б., Лозовенко С. Ю., Полька Т. О. Ниткові з'єднання швейних виробів. Ч. 1. Київ: КНУТД, 2017. 212 с.
70. Березненко С. М., Білоцька Л. Б., Водзінська О. І., Донченко С. В. Основи технологій експериментального та підготовчо–розкрійного виробництва. Київ: КНУТД, 2017. 171 с.
71. Березненко С. М., Водзінська О. І., Білоцька Л. Б., Донченко С. В. Технології волого–теплогового оброблення... Київ: КНУТД, 2020. 300 с.
72. Березненко С. М., Водзінська О. І., Білоцька Л. Б. та ін. Технології експериментального та підготовчо–розкрійного виробництв... Київ: КНУТД, 2023. 340 с. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485> (Дата звернення: 02.11.2025)
73. Остапенко Н. В., Мамченко Я. О. Вироби спеціального та військового призначення... // Art and Design. 2023. № 2(22). С. 196–213.
74. Остапенко Н. В., Токар Г. Конструктивно–технологічні рішення тактичних рюкзаків... // Енергозбереження та промислова безпека. 2019. С. 319–327.
75. Токар Г. М., Рубанка А. І., Третьякова Л. Д., Остапенко Н. В. Дизайн–проектування захисного одягу... // Міське середовище ХХІ сторіччя. Київ: НАУ, 2018. С. 278–279.
76. Токар Г. М., Рубанка А. І., Луцкер Т. В. та ін. Аналіз умов експлуатації захисного одягу військовослужбовців // Вісник ХНУ. 2020. № 6(291). С. 194–198.

АНОТАЦІЯ

Вербецька Я.М. кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення бронежилетів» за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості», освітня програма Конструювання та технології швейних виробів, 2025 р.

В першому розділі проведено аналіз історичного розвитку бронежилетів, їх класифікації, сучасних матеріалів та технологій. Розглянуто особливості світового та українського виробництва. Визначено ключові проблеми галузі, зокрема: висока вартість імпортованих матеріалів, обмежені можливості власних наукових розробок, а також конструктивні труднощі, пов'язані зі збільшенням ваги при підвищенні рівня захисту. На основі аналізу діючого технологічного процесу виготовлення бронежилетів на підприємстві ТОВ UKRTAC, сформульовано основні напрямки його вдосконалення.

В другому розділі досліджено фізико-механічних показників матеріалів для виготовлення чохла бронежилетів модульних, а саме: поліамідної тканини типу 1 (склад 100% ПА, колір ММ-14) та текстильна застібка (100% ПЕ). Проведені випробування показали, що всі досліджені фізико-механічні характеристики повністю відповідають вимогам Технічних специфікацій Міністерства оборони України (ТС Міноборони), а обрані матеріали придатні для використання у виробництві чохла модульного бронежилета відповідно до встановлених технічних умов.

В конструкторському розділі проведено допроектні дослідження, у результаті яких визначено цільову групу споживачів – військовослужбовці (чоловіки та жінки) віком 18-56 років, розмірів S-XL та зростів 164-190, із середнім типом статури. Сформульовано основні споживчі вимоги до виробу, такі як високий рівень захисту, зручність при активному русі, довговічність, ремонтпридатність, можливість швидкого регулювання, а також виробничі вимоги (можливість масового виробництва та доступність матеріалів). Запропоновано модель, конструкцію, пакет матеріалів (тканина поліамідна з PU-покриттям, сітка 3D, арамідні шари, UHMWPE) та фурнітуру. Розроблено комплект проектно-конструкторської документації на базову модель модульного бронежилета.

В технологічному розділі проаналізовано та обрано раціональні методи обробки ключових вузлів за критеріями мінімізації технологічно-неподільних операцій, підвищення коефіцієнта механізації, зростання продуктивності праці та зниження витрат часу. Проведено вибір обладнання, обґрунтовано режими обробки та ниткові з'єднання. Розроблено раціональну технологічну послідовність виготовлення модульного бронежилета. Обґрунтовано вибір потужності підприємства та складено технологічну схему поділу праці. Визначено техніко-економічні показники потоку, розраховано план-замовлення та необхідну площу швейного цеху, виконано його розпланування.

Результати роботи були представлені на IX Міжнародній науково-практичній конференції текстильних та фешн-технологій KyivTex&Fashion, яка проходила 16 жовтня 2025 р. у Київському національному університеті технологій та дизайну.

ANNOTATION

Verbetska Yana, qualification work on the topic: "Improving the technological process of manufacturing bulletproof vests" in specialty 182 "Technologies of light industry," educational program "Design and technology of garments, 2025.

The first section analyzes the historical development of bulletproof vests, their classification, modern materials and technologies. The features of global and Ukrainian production are considered. Key problems of the industry are identified, in particular: the high cost of imported materials, limited capabilities of our own scientific developments, as well as design difficulties associated with increasing weight with increasing protection level. Based on the analysis of the current technological process for manufacturing bulletproof vests at the UKRTAC LLC enterprise, the main directions of its improvement are formulated.

The second section investigates the physical and mechanical indicators of materials for manufacturing covers for modular bulletproof vests, namely: polyamide fabric type 1 (composition 100% PA, color MM-14) and textile fastener (100% PE). The tests conducted showed that all the studied physical and mechanical characteristics fully comply with the requirements of the Technical Specifications of the Ministry of Defense of Ukraine (TS of the Ministry of Defense), and the selected materials are suitable for use in the production of a cover for a modular bulletproof vest in accordance with the established technical conditions.

The design section conducted pre-project studies, as a result of which the target group of consumers was determined - military personnel (men and women) aged 18-56 years, sizes S-XL and heights 164-190, with an average physique. The main consumer requirements for the product were formulated, such as a high level of protection, convenience during active movement, durability, maintainability, the possibility of quick adjustment, as well as production requirements (possibility of mass production and availability of materials). A model, design, material package (polyamide fabric with PU coating, 3D mesh, aramid layers, UHMWPE) and accessories were proposed. A set of design documentation for the basic model of a modular bulletproof vest was developed.

In the technological section, rational methods of processing key components were analyzed and selected according to the criteria of minimizing technologically inseparable operations, increasing the mechanization coefficient, increasing labor productivity and reducing time costs. The equipment was selected, the processing modes and thread connections were justified. A rational technological sequence for the production of a modular bulletproof vest was developed. The choice of the enterprise capacity was justified and a technological scheme for the division of labor was drawn up. The technical and economic indicators of the flow were determined, the order plan and the required area of the sewing shop were calculated, and its layout was performed.

The results of the work were presented at the IX International Scientific and Practical Conference of Textile and Fashion Technologies KyivTex&Fashion, which was held on October 16, 2025 at the Kyiv National University of Technologies and Design.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ

Факультет мистецтв і моди
Кафедра моди та стилю

ДОДАТКИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ

на тему:

Удосконалення технологічного процесу виготовлення бронежилетів

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 182 Технологія легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

Виконала:

студентка групи МГЗШ-24

Вербецька Яна Миколаївна

Керівник к.т.н., доцент Білоцька Л.Б.

Рецензент к.т.н., доцент Арабулі А.Т.

Київ 2025

Додаток А
ДО КОНСТРУКТОРСЬКОГО РОЗДІЛУ

Додаток А.1

Заявка та Технічне завдання на розробку бронезилета модульного.

Товариство з обмеженою відповідальністю «UKRTAC»

ЗАЯВКА

на розробку та впровадження у виробництво
бронежилету модульного

1. Найменування теми – Удосконалення технологічного процесу виготовлення бронежилетів.

2. Мета та призначення роботи – Розробка та впровадження удосконаленого технологічного процесу виготовлення бронежилету модульного.

3. Найменування підприємства розробника – ТОВ «UKRTAC».

4. Загальний обсяг продукції – Партія виробів розміром 2 тис. одиниць.

5. Термін виконання проекту – Усі проектно-конструкторські роботи має бути виконано до 20.01.2026.

6. Джерела фінансування – ТОВ «UKRTAC».

7. Додаткові вимоги не висуваються

«__»_____2025р.

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет технологій та дизайну

Кафедра моди та стилю

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку та впровадження у виробництво
бронежилету модульного

Шифр проектної розробки:
ДП 18143000-3.2025

«Узгоджено»
Група МГЗШ-24
Вербецька Я. М.

«Затверджено»
Кафедра моди та стилю
Білоцька Л.Б.

1 НАЙМЕНУВАННЯ ТА ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Вид виробу: бронежилет модульний

1.2 Призначення: спеціальне для військовослужбовців.

1.3 Цільова направленість: для повсякденного використання.

1.4 Основний матеріал: ПЕ 100%.

1.5 Сезон: протягом усього року.

1.6 Тип споживача: чоловіки та жінки 18-56 років, розміру – S-XL, зростів – 164-190, середнього типу статури, із нормальним метаболізмом, нормальною поставою, рівномірним типом жировідкладень.

1.7 Базовий розміро-зріст: 165-92-76.

1.8 Можливість експортування: передбачається.

2 ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ: заявка кафедри моди та стилю та матеріали ТОВ «UKRTAC».

3 МЕТА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ: Розробка та впровадження удосконаленого технологічного процесу виготовлення бронежилету модульного.

4 ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

4.1 Журнали, каталоги: моделі підприємства ТОВ «UKRTAC», періодичні виставки товарів побуту.

5 ВИМОГИ ДО ВИРОБУ

5.1 Відповідність основному функціональному призначенню.

5.1.1 Термін фізичного старіння: необмежено.

5.1.2 Термін морального старіння: необмежено.

5.1.3 Термін одноразового використання: необмежено.

5.1.4 Характеристика та кольорове оточення середовища: польові умови використання в умовах будь якого клімату.

5.1.5 Спеціальні вимоги функціонального використання: можливість використання з іншими речами гардеробу – використання із будь яким одягом.

5.2 Відповідність виробу габітусу.

5.2.1 Соціально-культурні вимоги: у високо інформованому суспільстві.

5.2.2 Вимоги викликані розмірно-ростовим різноманіттям: розміри – 92-108, росту – 164-182, рівномірне жировідкладення.

5.2.3 Вимоги викликані віковою категорією: від 18 до 55 років.

5.2.4 Стильове направлення: спортивного спрямування.

5.3 Відповідність експлуатаційним вимогам.

5.3.1 Кліматичні параметри оточуючого середовища: 0-250С, вологість повітря 60-100%.

5.3.2 Теплообмінні процеси нормального метаболізму.

5.3.3 Комплектність виробу: плитоноска.

5.3.4 Види догляду за виробом: суха чистка.

5.3.5 Характер та місця зовнішніх механічних навантажень: місце підвищених експлуатаційних навантажень: кишені для плит, лямки, система MOLLE.

5.4 Ергономічні вимоги

5.4.1 Види основних рухів: хода, піднімання рук вгору, відведення вперед, у сторону, повороти тулуба, нахил тулуба вперед, назад, присідання, повзання.

5.4.2 Вимоги до типу та виду застібки: система швидкого скидання.

5.6 Вимоги до основної тканини

5.6.1 До сировинного складу: артикульна група тканин ПЕ 100%.

5.6.2 До технологічних властивостей: тканини високої щільності.

5.7 Технологічні вимоги

5.7.1 Тип виробництва: проект розробляється для великого підприємства з високим рівнем механізації.

Додаток А.2

Таблиця А.2.1– Вихідні дані для побудови креслення бронежилета

№	Назва виміру	Довжина, см
1	2	3
1	Обхват грудей	88
2	Напівобхват грудей	44
3	Довжина спинки	40
4	Довжина переду	39
5	Ширина плеча	38
6	Глибина пройми	20

Таблиця А.2.2. – Прибавки

№	Назва прибавки	Розмір припуску, мм
1	2	3
1	Прибавка на одяг під бронею + свобода руху	15
2	Прибавка на доступність кишень	8
3	Прибавка на шви	10

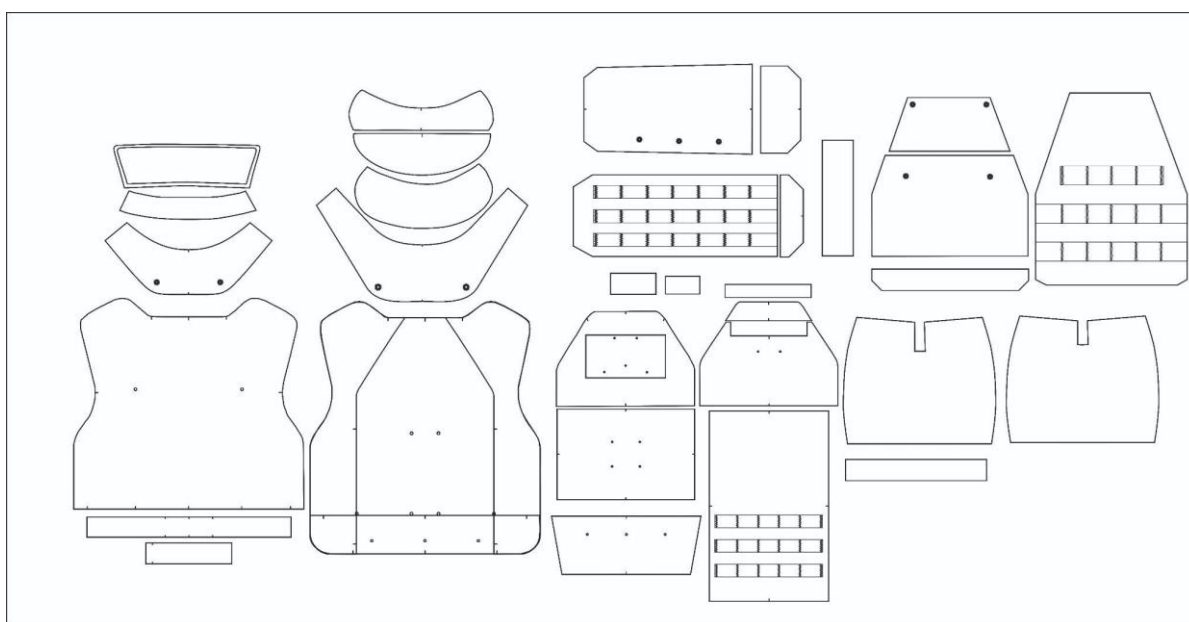
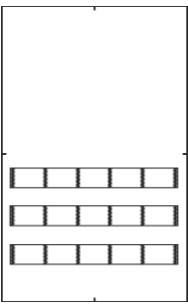
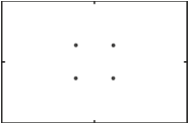
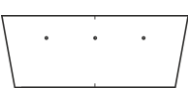
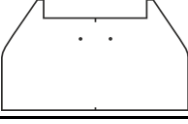
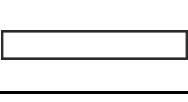
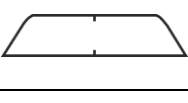
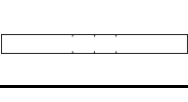
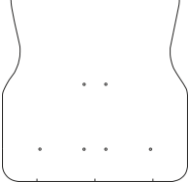


Рисунок А.2.1 – Креслення БМ бронежилета модульного

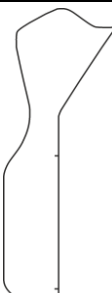
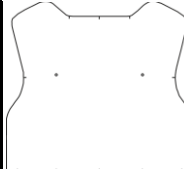
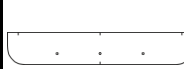
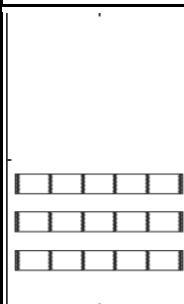
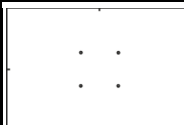
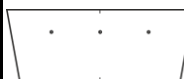
Додаток А.3

Специфікація деталей крою та матеріалів

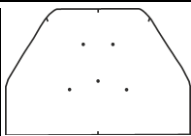
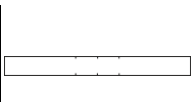
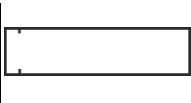
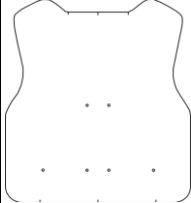
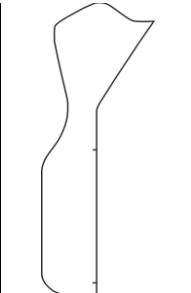
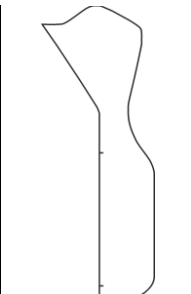
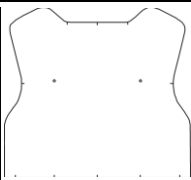
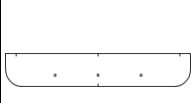
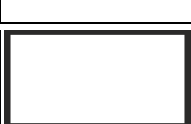
Таблиця А.3.1 – Специфікація деталей крою бронежилета модульного

№	Назва деталі	Кількість деталей	Витрати на деталь	Зображення
1	2	3	4	5
Основна тканина				
Перед				
1	платформа переду	1	0,088	
2	нижня деталь відділу для жорсткого балістичного елемента переду	1	0,053	
3	клапан нижньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента переду	1	0,018	
4	верхня деталь відділу для жорсткого балістичного елемента переду	1	0,039	
5	обшивка кишені верхньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента переду	2	0,009	
6	верхня частина верхньої деталі для жорсткого балістичного елемента переду	1	0,007	
7	бокова обшивка верхньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента переду	1	0,019	
8	бокова обшивка нижньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента переду	2	0,016	
9	зовнішня деталь відділу для м'якого балістичного пакету переду	1	0,227	

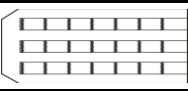
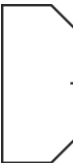
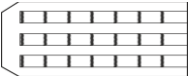
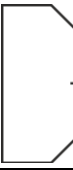
Продовження таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
10	зовнішня ліва бокова частина деталі відділу для м'якого балістичного пакету переду	1	0,079	
11	зовнішня права бокова частина деталі відділу для м'якого балістичного пакету переду	1	0,079	
12	внутрішня деталь відділу для м'якого балістичного пакету переду	1	0,202	
13	нижня частина внутрішньої деталі відділу для м'якого балістичного пакету переду	1	0,026	
14	лівий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі переду	1	0,002	
15	правий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі переду	1	0,005	
	Спина			
17	платформа спини	1	0,088	
18	нижня деталь відділу для жорсткого балістичного елемента спини	1	0,053	
19	клапан нижньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента спини	1	0,018	

Продовження таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
20	верхня деталь відділу для жорсткого балістичного елемента спини	1	0,044	
21	посилювач ручки	2	0,014	
22	бокова обшивка верхньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента спини	1	0,019	
23	бокова обшивка нижньої деталі відділу для жорсткого балістичного елемента спини	2	0,016	
24	зовнішня деталь відділу для м'якого балістичного пакету	1	0,227	
25	зовнішня ліва бокова частина деталі відділу для м'якого балістичного пакету спинки	1	0,079	
26	зовнішня права бокова частина деталі відділу для м'якого балістичного пакету спинки	1	0,079	
27	внутрішня деталь відділу для м'якого балістичного пакету спинки	1	0,202	
28	нижня частина внутрішньої деталі деталі відділу для м'якого балістичного пакету спинки	1	0,026	
29	лівий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі спинки	1	0,002	

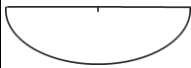
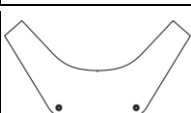
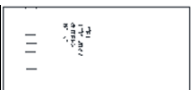
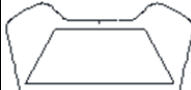
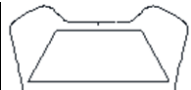
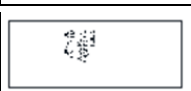
Продовження таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
30	правий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі спинки	1	0,005	
	Чохол камербанду			
32	зовнішня деталь правого камербанду	1	0,068	
33	зовнішня бокова передня частина деталі правого камербанду	1	0,009	
34	внутрішня деталь правого камербанду	1	0,078	
35	внутрішня бокова задня частина деталі правого камербанду	1	0,017	
36	захист еластичної тасьми правого камербанду	1	0,018	
37	зовнішня деталь лівого камербанду	1	0,068	
38	зовнішня бокова передня частина деталі лівого камербанду	1	0,009	
39	внутрішня деталь лівого камербанду	1	0,078	
40	внутрішня бокова задня частина деталі лівого камербанду	1	0,017	
41	захист еластичної тасьми лівого камербанду	1	0,018	

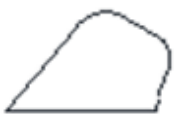
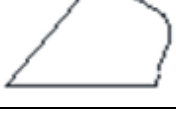
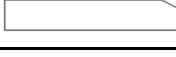
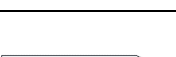
Продовження таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
	Чохол захисту паху			
43	зовнішня деталь паху	1	0,054	
45	верхня частина внутрішньої деталі паху	1	0,009	
46	середня частина внутрішньої деталі паху	1	0,026	
47	нижня частина внутрішньої деталі паху	1	0,016	
48	лівий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі паху	2	0,005	
49	правий обмежувач застібки блискавки внутрішньої деталі паху	2	0,007	
50	з'єднувальна деталь кріплення паху до БМ	2	0,014	
	Плечова накладка			
52	зовнішня деталь плечової накладки	2	0,079	
53	внутрішня деталь плечової накладки	2	0,079	
	Чохол захисту шиї			
55	зовнішня деталь коміра передньої шиї	1	0,031	
56	верхня частина внутрішньої деталі коміра передньої шиї	1	0,024	
57	нижня частина внутрішньої деталі коміра передньої шиї	1	0,016	
58	зовнішня деталь обшивки коміра передньої шиї	1	0,032	
59	внутрішня деталь обшивки коміра передньої шиї	1	0,032	
60	внутрішня деталь лівого коміра задньої шиї	1	0,033	

Продовження таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
61	внутрішня деталь правого коміра задньої шиї	1	0,033	
62	верхня частина зовнішньої деталі коміра задньої шиї	2	0,049	
63	нижня частина зовнішньої деталі коміра задньої шиї	2	0,049	
64	зовнішня деталь обшивки коміра задньої шиї	1	0,095	
65	внутрішня деталь обшивки коміра задньої шиї	1	0,095	
	Підкладка			
67	підкладка кишені переду	1	0,057	
68	підкладка верхньої внутрішньої деталі переду	1	0,067	
69	підкладка верхньої внутрішньої деталі спинки	1	0,079	
70	внутрішня деталь з'ємного демпфера переду	1	0,068	
71	внутрішня деталь з'ємного демпфера спинки	1	0,079	
	ЗД-сітка			
73	зовнішня деталь внутрішнього демпфера переду	1	0,105	
74	зовнішня деталь внутрішнього демпфера спинки	1	0,117	
75	демпферна частина внутрішньої деталі плечової накладки	2	0,038	

Кінець таблиці А.3.1

1	2	3	4	5
	Ізолон			
77	демпферний елемент верхньої частини зовнішньої деталі переду	2	0,007	
78	демпферний елемент верхньої частини внутрішньої деталі переду	2	0,007	
79	демпферний елемент верхньої частини зовнішньої деталі спинки	2	0,007	
80	демпферний елемент верхньої частини внутрішньої деталі спинки	2	0,007	
81	демпферний елемент внутрішньої деталі плечової накладки	4	0,041	
82	бічний демпферний елемент демпферу переду	4	0,031	
83	центральный демпферний елемент демпферу переду	4	0,031	
84	центральный демпферний елемент переднього демпферу спинки	4	0,037	
85	бічний демпферний елемент переднього демпферу спинки	4	0,037	

Таблиця А.3.2 - Специфікація матеріалів

№	Деталь	Матеріал	Ширин а, мм	Колір	Довжин а, см	К- сть, шт	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Спинка+Перед	Стропа	25мм	Піксель	24,5	6	авт.платформа
2	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	100мм	Олива	20	2	платформа
3	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	20	2	платформа
4	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	20	2	підплатформа
5	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	100мм	Олива	20	2	підплатформа
6	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	19,5	2	клапан
7	Спинка+Перед	Стропа	40мм	Олива	32	2	язик
8	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	8	2	язик
9	Спинка+Перед	Стропа	25мм	Олива	22	2	спинка підплатф

Продовження таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	19	2	спинка підплатф
11	Спинка+Перед	Стропа	25мм	Піксель	24,5	5	автомати
12	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	12,5	3	
13	Спинка+Перед	Стропа	25мм	Олива	17	3	
14	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	12,5	3	
15	Спинка+Перед	Стропа	40мм	Олива	63	2	плечові лямки
16	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	40мм	Олива	18	2	плечові лямки
17	Спинка+Перед	Стропа	40мм	Олива	34	2	плечові лямки
18	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	40мм	Олива	18	2	плечові лямки
19	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	18	2	плечові лямки
20	Спинка+Перед	Стропа	40мм	Олива	37,5	1	ручка

Продовження таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	9	1	ручка
22	Спинка+Перед	Текстиль на застібка Ж	25мм	Олива	7,5	1	ручка
23	Спинка+Перед	Стропа	8мм	Олива	9	2	
24	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	21,5	2	зовнішня основа
25	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	13	2	зовнішня основа
26	Спинка+Перед	Блискавка	8мм	Олива	30	2	внутрішня основа
27	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	17	4	внутрішня основа
28	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	18	2	внутрішня основа
29	Спинка+Перед	еластична тасьма	25 мм	Чорна	20	1	Кишеня
30	Спинка+Перед	Блискавка	8 мм	Олива	18	1	Кишеня

Продовження таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
31	Спинка+Перед	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	26	2	внутрішня основа
32	Демпфер	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	22,5	4	
33	Демпфер	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	18	2	
34	Плечева накл.	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	10	4	
35	Плечева накл.	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	25,5	4	
36	Плечева накл.	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	8,5	6	
37	Плечева накл.	Текстиль на застібка Ж	25мм	Олива	4	6	
38	Плечева накл.	Стропа	25мм	Піксель	5,5	6	
39	Плечева накл.	Стропа	25мм	Піксель	8	10	
40	Камербанд	Стропа	25мм	Піксель	33	8	

Продовження таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
41	Камербанд	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	16	2	
42	Камербанд	Текстиль на застібка Ж	25мм	Олива	16	2	
43	Камербанд	Стропа	25мм	Піксел ь	7	2	
44	Камербанд	Стропа	40мм	Олива	7	8	
45	Камербанд	еластичн а тасьма	100мм	Олива	5	4	
46	Захист Шийі	Стропа	40мм	Піксел ь	10,5	2	
47	Захист Шийі	Текстиль на застібка Ж	25мм	Олива	6	2	
48	Захист Шийі	Текстиль на застібка Ж	25мм	Олива	26	2	
49	Захист Шийі	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	23	1	
50	Захист Шийі	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	26	2	

Продовження таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
51	Захист Ший	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	16	1	
52	Захист Ший	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	18	2	
53	Захист Ший	Текстиль на застібка Ж	40мм	Олива	9,5	2	
54	Захист Ший	Текстиль на застібка М	40мм	Олива	16	1	
10	Захист Ший	Текстиль на застібка М	40мм	Олива	18	2	
1	Пах	Стропа	25мм	Піксел ь	27	2	
2	Пах	Стропа	25мм	Піксел ь	20,5	1	
3	Пах	Блискавк а	8мм	Олива	20	1	
4	Пах	Блискавк а	8мм	Олива	16	1	
5	Пах	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	20	1	

Кінець таблиці А. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Пах	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	20	1	
7	Пах	Текстиль на застібка М	25мм	Олива	7	1	
8	Пах	Текстиль на застібка Ж	50мм	Олива	13	1	
9	Пах	Текстиль на застібка М	50мм	Олива	13	1	
10	Пах	Стропа	25мм	Піксел ь	13	1	

Додаток А.4

Технічний рисунок та опис художньо-технічного оформлення зразка моделі

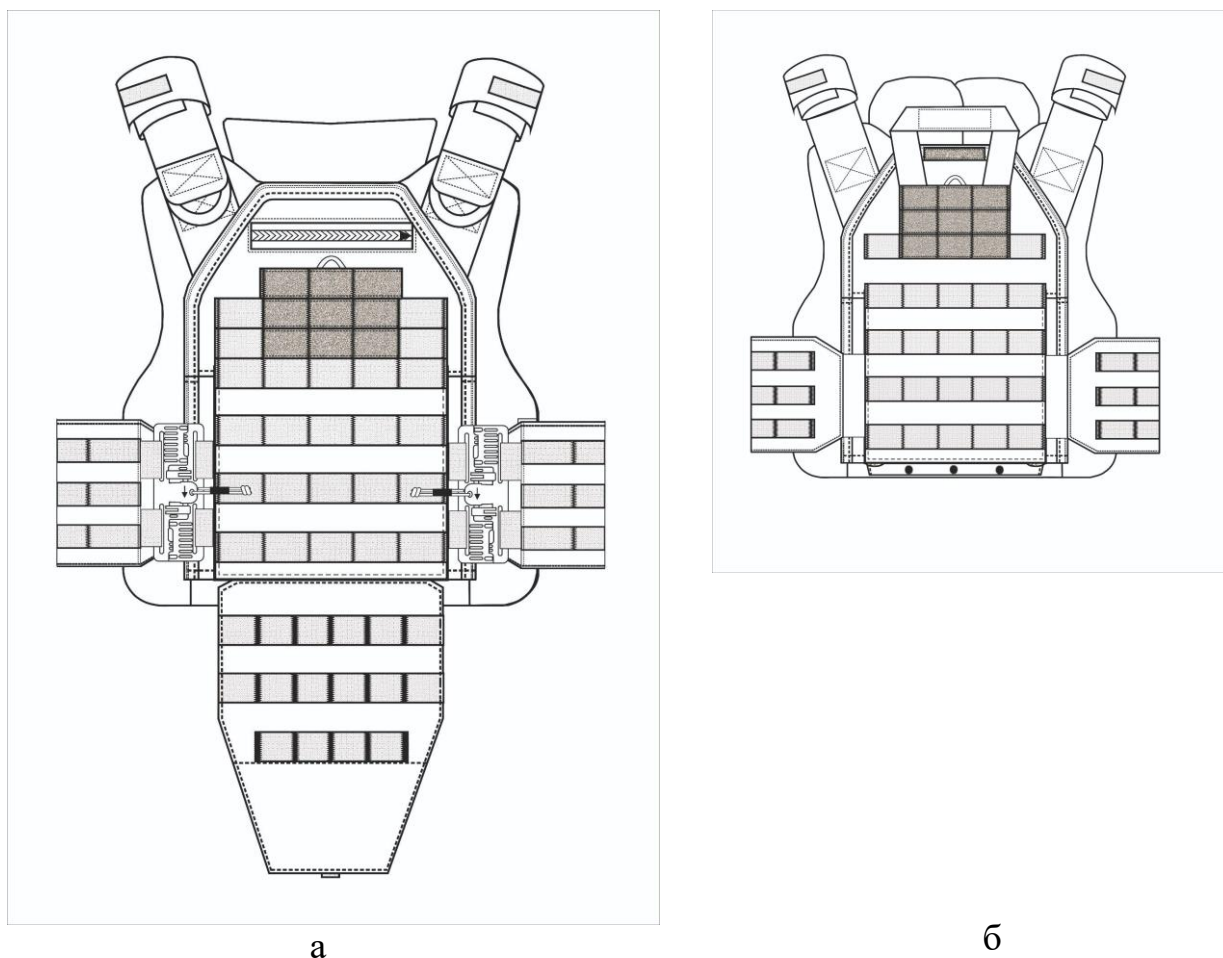


Рисунок А.4 – Бронежилет модульний (а - вид спереду, б - вид ззаду)

Опис художньо-технічного оформлення базової моделі бронежилета модульного

Бронежилет модульний, для повсякденного носіння для чоловіків та жінок 18-56 років, росту 164-190.

Конструкція передньої та задньої частини чохла, спроектована для вільного розміщення м'яких балістичних елементів та жорстких бронеелементів. Кишені для м'яких балістичних елементів утворені підгином низу зовнішньої та внутрішньої частини основи. У шві з'єднання зовнішньої та внутрішньої частини основи по низи обробляються дві окремі кишені для розміщення м'якого балістичного елементу та жорсткого бронеелементу, які закриваються на застібку блискавку та застібку текстильну.

На внутрішній стороні передньої та задньої частини чохла розміщені демпфери виготовлені з використанням сітки, для створення каналів вентиляції та зменшення впливу вражаючих елементів.

На зовнішній стороні передньої та задньої частини розміщена система MOLLE. На верхній частині спинки розміщена ручка евакуації.

З'єднання передньої та задньої частини чохла здійснюється за допомогою плечових накладок з використанням текстильних застібок.

Всередині плечових накладок розміщено ізолон для зменшення навантаження та для зручності носіння. На зовнішній частині лямок розміщена система MOLLE для кріплення додаткового спорядження.

Камербанд складається з лівої та правої бокових частин. Кріпляться на зовнішню сторону за допомогою текстильної застібки та змикальних пристроїв (пряжка швидкого скидання ROK), що допомагають швидко зняти бронежилет без сторонньої допомоги.

Захист паху/куприка кріпиться під платформу основи. Зовні має систему MOLLE. З внутрішньої сторони розміщені дві кишені під застібку блискавка, для розміщення м'яких балістичних елементів.

Захист шиї кріпиться між основою та демпфером. Має три кишені під текстильну застібку, для розміщення м'якого балістичного елементу.

Додаток А.5

Конфекційна карта

КОНФЕКЦІЙНА КАРТА

Назва підприємства – розробника моделі: ТОВ «UKRTAC»

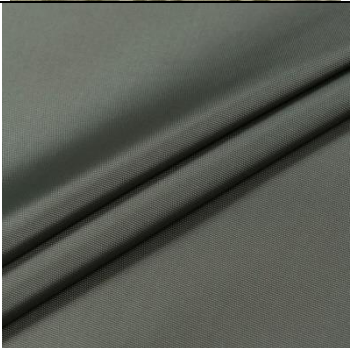
Автор моделі: UKRTAC

Модель № БМ 1:4

Рекомендовані розміри 76-92, зріст 165, повнота група – друга, статевовікова група: чоловіки та жінки молодшої, середньої та старшої вікової групи

Назва підприємства – виробника: ТОВ «UKRTAC»

Таблиця А.5 – Конфекційна карта

Назва матеріалу 1	Зразок 2
Тканина поліамідна Тип 1 в кольорі ММ-14, 100 % ПА (100 % ПУпокриття), Тип 1	
Тканина підкладкова Т-190, 100% ПЕ	
Застібка швидкого скидання (Rok)	
D-кільце	

Продовження таблиці А.5

1	2
Застібка блискавка 8 мм	
Нитка арамідні, 100% ПЕ, 40	
Застібка текстильна, ширина 25 мм, 40 мм, 50 мм	

Додаток Б
ДО СПЕЦПРОЗДІЛУ

Додаток Б.1 Технічна характеристика лабораторних ваг OHAUS Pioneer PA 213C

Повна назва приладу: лабораторні електронні ваги OHAUS Pioneer PA 213C

Призначення: виконання високоточного зважування у лабораторних, виробничих та дослідницьких умовах.

Таблиця Б.1 – Основні технічні характеристики ваг OHAUS Pioneer PA 213C.

№	Показник	Значення
1	2	3
1	Максимальна межа зважування (НПВ)	210 г
2	Дискретність / ціна поділки	0,001 г (1 мг)
3	Мінімальне зчитуване значення	0,02 г
4	Клас точності	II клас
5	Матеріал платформи	Нержавіюча сталь
6	Діаметр платформи	≈ 120 мм
7	Габарити приладу	196 × 287 × 320 мм
8	Маса приладу	~ 4,5 кг
9	Тип калібрування	Внутрішня калібровка (InCal)
10	Інтерфейс обміну даними	RS-232
11	Живлення	Мережеве

Функціональні можливості:

- Автоматичне та ручне тарування.
- Внутрішня система самокалібрування InCal.
- Режими:
 - стандартне зважування,
 - зважування бруто/нетто,
 - підрахунок кількості (Counting),
 - процентне зважування.
- Індикатор стабільності показань.
- Захисна прозора камера з трьома дверцятами.
- Можливість зважування під піддоном (для визначення щільності та інших фізичних параметрів).
- Підключення до ПК або принтера через RS-232.

Додаток В
ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗДІЛУ

Додаток В.1 Схема поділу праці
Таблиця В.1.1 – Схема поділу праці

Код організаційної операції	Код неподільної операції	Найменування неподільної операції	Спец.	Розряд	Норма часу, с.	Чисельність робітників		Обладнання
						Розрахункова	Принята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6	Нашити на платформу системи MOLLE (стропи 25x245)	A	3	60			CSM-1510BS-H/ CH
	39	Нашити на кишеню переду системи MOLLE	A	3	60			CSM-1510BS-H/ CH
	48	Нашити на кишеню переду системи MOLLE	A	4	60			CSM-1510BS-H/ CH
	53	Нашити на бокові деталі плечові лямки переду	A	4	30			CSM-1510BS-H/ CH
	58	Нашити на бокові деталі плечові лямки спинки	A	4	30			CSM-1510BS-H/ CH
	121	Нашити на зовнішню деталь захисту паху систему MOLLE	A	4	60			CSM-1510BS-H/ CH
	132	Нашити на резинку 100x50 м'яку/жорстку текстильну застібку 100x100	A	4	25			CSM-1510BS-H/ CH
	136	Нашити зовнішню деталь систему MOLLE	A	3	80			CSM-1510BS-H/ CH
						1,06	1	
2	1	Нашити жорстку текстильну застібку 100x200 на нижню частину платформи	M	3	30			Jack A5E-A-H-7
	2	Скласти платформу лицем всередину та зшити бокові зрізи	M	4	20			Jack A5E-A-H-7
	5	Прокласти оздоблюючу строчку по краю платформи	M	4	30			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7	Нашити жорстку текстильну застібку 40x80 на стропу 40x320 хлястика підплатформи	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	8	Нашити м'яку текстильну застібку 25x125 на стропи 25x170 переду	М	3	25			Jack A5E-A-H-7
	10	Зшити клапан та підплатформу швом у замок	М	4	46			Jack A5E-A-H-7
	11	Нашити хлястик на внутрішню сторону підплатформи	М	4	25			Jack A5E-A-H-7
	12	Нашити м'яку текстильну застібку 100x200 на деталь підплатформи	М	4	55			Jack A5E-A-H-7
	13	Нашити жорстку текстильну застібку 50x195 на клапан підгинаючи нижній зріз клапана	М	4	25			Jack A5E-A-H-7
	14	Накласти платформу на підплатформу та зшити по верхньому зрізу	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	15	Нашити жорстку текстильну застібку 40x75 на стропу 40x375 евакуаційної ручки	М	3	25			Jack A5E-A-H-7
	16	Нашити жорстку текстильну застібку 40x80 на стропу 40x320 хлястика підплатформи	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	17	Нашити м'яку текстильну застібку 25x125 на стропи 25x170 спинки	М	3	25			Jack A5E-A-H-7
						0,93	1	
3	19	Зшити клапан та підплатформу швом у замок	М	3	46			Jack A5E-A-H-7
	20	Нашити м'яку текстильну застібку 25x190 на стропу 25x220	М	3	25			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	Нашити стропи на шов зшивання клапана та підплатформи	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	22	Нашити хлястик на внутрішню сторону підплатформи	М	4	25			Jack A5E-A-H-7
	23	Нашити м'яку текстильну застібку 100x200 на деталь підплатформи	М	4	55			Jack A5E-A-H-7
	24	Закріпити стропи по верхньому зрізу підплатформи	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	25	Нашити жорстку текстильну застібку 50x195 на клапан підгинаючи нижній зріз клапана	М	4	25			Jack A5E-A-H-7
	26	Накласти платформу на підплатформу та зшити по верхньому зрізу	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	27	Нашити кокетку на підплатформу	М	4	10			Jack A5E-A-H-7
	28	Нашити на застібку блискавку 8x180 обшивки	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	29	Нашити застібку блискавку на верхній зріз кокетки	М	4	15			Jack A5E-A-H-7
	30	Нашити нижній зріз підкладки кишені на нижню частину застібки блискавки	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	31	Нашити резинку 25x200 на внутрішню частину підкладки	М	3	25			Jack A5E-A-H-7
	32	Пришити верхній зріз підкладки до верхньої частини застібки блискавки	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	33	Зшити бокові зрізи підкладки, одночасно закріплюючи краї застібки блискавки	М	4	25			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	34	Прокласти оздоблюючу строчку по шву вшивання блискавки	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	35	Нашити на верхню частини застібки блискавки обшивку	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
						0,92	1	
4	36	Прокласти оздоблюючу строчку по шву пришивання обшивки	М	3	5			Jack A5E-A-H-7
	38	Пришити петельку	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	40	Зшити деталі батану	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	41	Нашити батан на зовнішню сторону кишені	М	4	90			Jack A5E-A-H-7
	42	Нашити кокетку на підплатформу	М	4	10			Jack A5E-A-H-7
	44	Нашити жорстку текстильну застібку 25x75 на стропу 40x375	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	46	Пришити петельку	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	47	Пришити евакуаційну ручку	М	4	20			Jack A5E-A-H-7
	49	Зшити деталі батану	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	50	Нашити батан на зовнішню сторону кишені	М	4	90			Jack A5E-A-H-7
	51	Нашити на верхню частину батану м'яку текстильну застібку 25x90	М	3	15			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	52	Нашити на плечові лямки 50x630 м'яку текстильну застібку 50x180 та вставити D-кільця	М	4	360			Jack A5E-A-H-7
	54	Нашити на основу бокові частини, одночасно підставляючи в плечі деталі ізолону	М	4	65			Jack A5E-A-H-7
						1,86	2	
5	55	Нашити на основу м'яку текстильну застібку 50x215, 50x130	М	3	110			Jack A5E-A-H-7
	56	Нашити кишеню переду на основу (двома строчками) по швам нашивання бокових частин	М	5	480			Jack A5E-A-H-7
	57	Нашити на плечові лямки 50x340 м'яку/жорстку текстильну застібку 50x180, 50x180	М	4	360			Jack A5E-A-H-7
	59	Нашити на основу бокові частини, одночасно підставляючи в плечі деталі ізолону	М	4	65			Jack A5E-A-H-7
	60	Нашити на основу м'яку текстильну застібку 100x240, 50x130	М	3	110			Jack A5E-A-H-7
						2,95	3	
6	61	Нашити кишеню спинки на основу (двома строчками) по швам нашивання бокових частин	М	5	480			Jack A5E-A-H-7
	63	Пришити на краї блискавки 8x550 обмежувачі	М	4	240			Jack A5E-A-H-7
	64	Пишити підкладку на внутрішню сторону основи, одночасно підставляючи деталі ізолону	М	4	30			Jack A5E-A-H-7
	65	Зшити застібку блискавку та деталь низу	М	3	10			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	82	Зшити деталі обшивки та вивернути деталь	М	3	50			Jack A5E-A-H-7
	83	Прокласти оздоблюючу строчку по нижньому краю обшивки	М	3	30			Jack A5E-A-H-7
	84	Нашити на заготовку обшивки м'яку/жорстку текстильну застібку 40x160	М	3	60			Jack A5E-A-H-7
	85	Вшити обшивку в кишеню	М	4	80			Jack A5E-A-H-7
	87	Нашити м'яку текстильну застібку 25x260 на внутрішню частину верхнього клапану	М	3	35			Jack A5E-A-H-7
	88	Нашити фігурну текстильну застібку на зовнішню частину верхнього клапану	М	3	40			Jack A5E-A-H-7
	89	Нашити жорстку текстильну застібку 25x260 на нижній клапан	М	3	35			Jack A5E-A-H-7
	90	З'єднати капана та закріпити по боках	М	3	30			Jack A5E-A-H-7
						0,94	1	
10	91	Зшити передню та задню деталь кишені	М	4	240			Jack A5E-A-H-7
	93	Підшити верхній зріз обшивки з оврами	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	94	Зшити деталі обшивки та вивернути деталь	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	95	Прокласти оздоблюючу строчку по нижньому краю обшивки	М	3	35			Jack A5E-A-H-7
	96	Пришити заготовки кишені до верхньої частини обшивки	М	3	40			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	97	Зшити шов вшивання кишені	М	4	50			Jack A5E-A- H-7
	98	Нашити на обшивку м'яку/жорстку текстильну застібку 40x180	М	3	120			Jack A5E-A- H-7
	99	Зшити деталі плечової накладки	М	3	50			Jack A5E-A- H-7
	100	Нашити жорстку текстильну застібку 40x255 на низ та центральної частини деталі	М	3	60			Jack A5E-A- H-7
	101	Нашити м'яку текстильну застібку 40x100 на верхню частину	М	3	60			Jack A5E-A- H-7
						1,81	2	
11	102	Нашити жорстку текстильну застібку 25x40 на стропу 25x55	М	3	40			Jack A5E-A- H-7
	103	Нашити заготовки на шов пришивання текстильної застібки	М	3	20			Jack A5E-A- H-7
	104	Нашити стропи 25x80 до нижньої частини плечових накладки	М	3	60			Jack A5E-A- H-7
	105	Пришити 3D-сітку, одночасно вставляючи деталь ізолона	М	4	120			Jack A5E-A- H-7
	106	Нашити м'яку текстильну застібку 25x70 на стропу 25x130	М	3	10			Jack A5E-A- H-7
	107	Нашити обмежувачі на застібку блискавку 25x200, 25x160	М	3	240			Jack A5E-A- H-7
	109	Зшити застібку блискавку та нижню деталь	М	3	10			Jack A5E-A- H-7
	110	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5			Jack A5E-A- H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	111	Зшити застібку блискавку та центральну деталь	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	112	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5			Jack A5E-A-H-7
	113	Зшити центральну деталь та застібку блискавку	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	114	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5			Jack A5E-A-H-7
	115	Зшити застібку блискавку та верхню деталь	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	116	Прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	5			Jack A5E-A-H-7
	117	Зшити дві полоски по боках	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	118	Вивернути та прокласти оздоблюючу строчку по шву зшивання	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	119	Нашити на полосу м'яку/жорстку текстильну застібку 50x200	М	3	25			Jack A5E-A-H-7
	120	Нашити заготовку на верхню частину верхньої деталі	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	122	Нашити м'яку/жорстку текстильну застібку 50x130 на внутрішню частину захисту паху	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	123	Пришити до нижнього зрізу стропа з нашитою текстильною застібкою	М	3	5			Jack A5E-A-H-7
	124	Зшити зовнішню та внутрішню деталі	М	4	240			Jack A5E-A-H-7

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	126	Прокласти оздоблюючу строчку по краю деталі	М	4	360			Jack A5E-A-H-7
						3,24	3	
12	127	Прокласти строчку над верхньою стропою системи MOLLE	М	4	20			Jack A5E-A-H-7
	128	Нашити жорстку текстильну застібку 25x160 на великий клапан	М	3	35			Jack A5E-A-H-7
	130	Нашити на внутрішню деталь м'яку текстильну застібку 25x160, з одночасним вшивання стропи 25x70	М	3	35			Jack A5E-A-H-7
	131	З'єднати внутрішню деталь та великий клапан, та закріпити по боках	М	3	20			Jack A5E-A-H-7
	133	Нашити підрезинник на заготовку резинки	М	3	15			Jack A5E-A-H-7
	134	Нашини на застібку швидкого скидання стропи 40x70	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	135	На зовнішню сторону застібки швидкого скидання нашити м'яку/жорстку текстильну застібку 100x100	М	4	80			Jack A5E-A-H-7
	137	Нашити на зовнішню деталь заготовку застібки	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	140	Зшити зовнішню та внутрішню деталі	М	4	240			Jack A5E-A-H-7
	142	Прокласти оздоблюючу строчку по краю деталі	М	4	360			Jack A5E-A-H-7
	145	Нашити на зворотню сторону підкладу 3D-сітку (по намітці), одночасно вставляючи деталі ізолону	М	4	240			Jack A5E-A-H-7
						2,80	3	

Продовження таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	138	Нашити на заготовку застібки малий клапан	М	4	20	0,90	1	Jack A5E-A-H-7
	139	Нашити на протилежну сторону зовнішньої деталі заготовку резинки	М	3	10			Jack A5E-A-H-7
	144	Нашити на лице підкладу жорстку текстильну застібку	М	3	30			Jack A5E-A-H-7
	147	Закріпити кінець окантовки	М	3	7			Jack A5E-A-H-7
	149	Нашити на лице підкладу жорстку текстильну застібку	М	3	30			Jack A5E-A-H-7
	150	Нашити на зворотню сторону підкладу 3D-сітку (по намітці), одночасно вставляючи деталі ізолону	М	4	240			Jack A5E-A-H-7
	152	Закріпити кінець окантовки	М	3	7			Jack A5E-A-H-7
						0,90	1	
14	9	Нашити на деталь клапана дренажні отвори	Н/ А	4	20			Golden Lead GL-430D-CF
	18	Нашити на деталь клапана дренажні отвори	Н/ А	4	20			Golden Lead GL-430D-CF
	62	Нашити на деталь низу основи дренажні отвори	Н/ А	4	20			Golden Lead GL-430D-CF
	81	Нашити на нижню обшивку дренажні отвори	Н/ А	4	20			Golden Lead GL-430D-CF
	92	Нашити на нижню обшивку дренажні отвори	Н/ А	4	20			Golden Lead GL-430D-CF
	129	Нашити на внутрішню деталь дренажні отвори	Н/ А	4	60			Golden Lead GL-430D-CF
	72	Окантувати шов зшивання переду	С	3	120			Typical GC 2605

Кінець таблиці В.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	73	Окантувати шов зшивання спинки	С	3	120			Typical GC 2605
	108	Нашити на центральні деталі дренажні отвори	С	4	40			Typical GC 2605
	146	Окантувати зовнішній зріз демпферу	С	3	15			Typical GC 2605
	151	Окантувати зовнішній зріз демпферу	С	3	15			Typical GC 2605
						1,23	1	
15	4	ВТО заготовки платформи	П	1	30			Silter SM/PSA 2102 AP
	3	Вивернути заготовку платформи	Р	1	50			
	37	Намітити місце розташування петельки 8х9	Р	1	3			
	43	Намітити місце розташування петельки 8х9	Р	1	3			
	45	Намітити місце розташування евакуаційної ручки	Р	1	3			
	86	Вивернути деталь захисту ший	Р	1	20			
	125	Вивернути деталь захисту ший	Р	1	120			
	141	Вивернути деталь камербанду	Р	1	120			
	143	Намітити підклад	Р	1	5			
	148	Намітити підклад	Р	1	5			
						0,94	1	
16	153	Почистити виріб від виробничого сміття	Р	1	420			
						1,1	1	
17	154	Зібрати окремі деталі в готову плитоноску	Р	1	480			
	155	Вкласти в кишені елементи бронезахисту	Р	1	720			
						3,15	3	
						29,97	30	

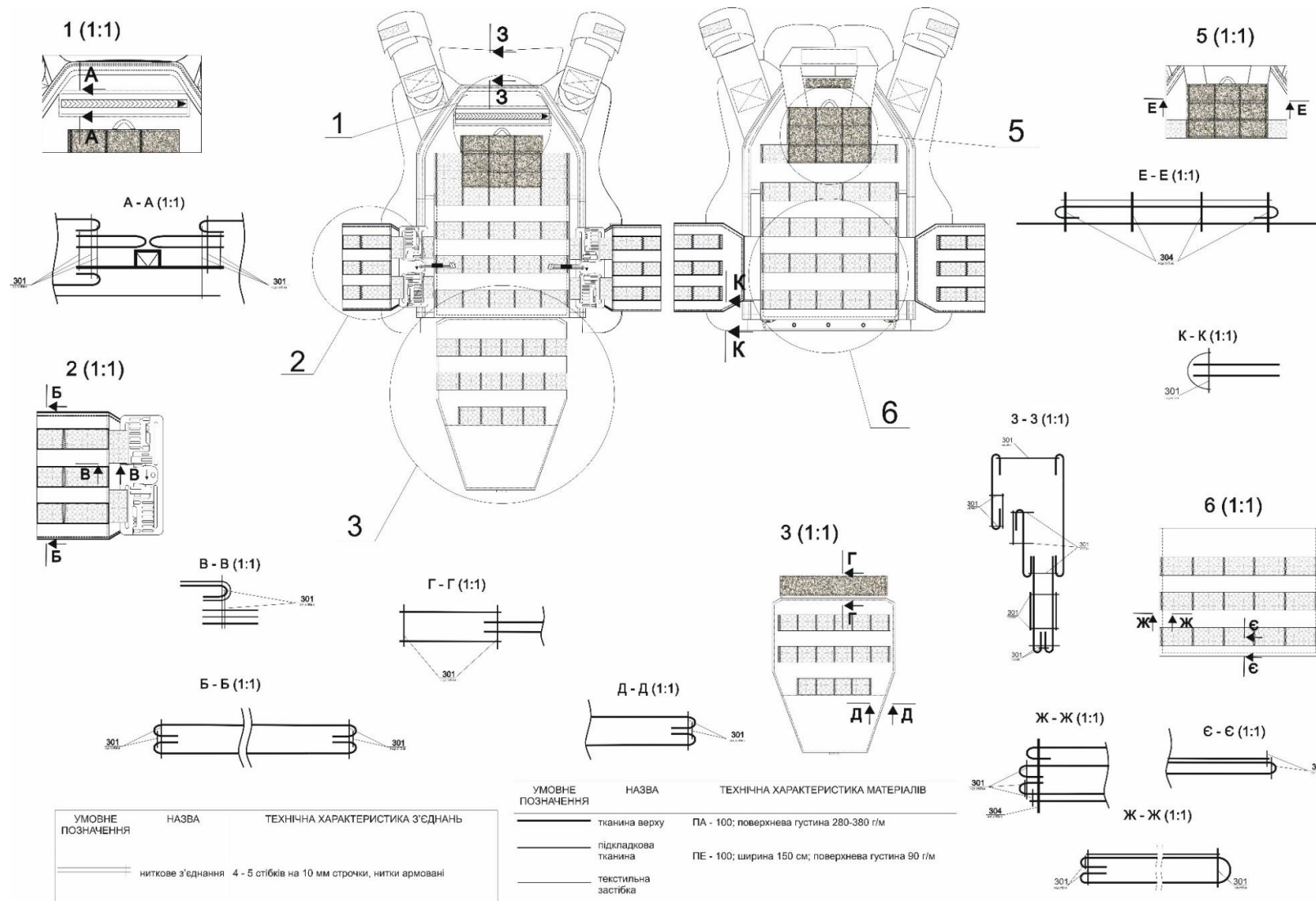


Рисунок В.2.1 – Технологічна карта виготовлення бронежилету модульного

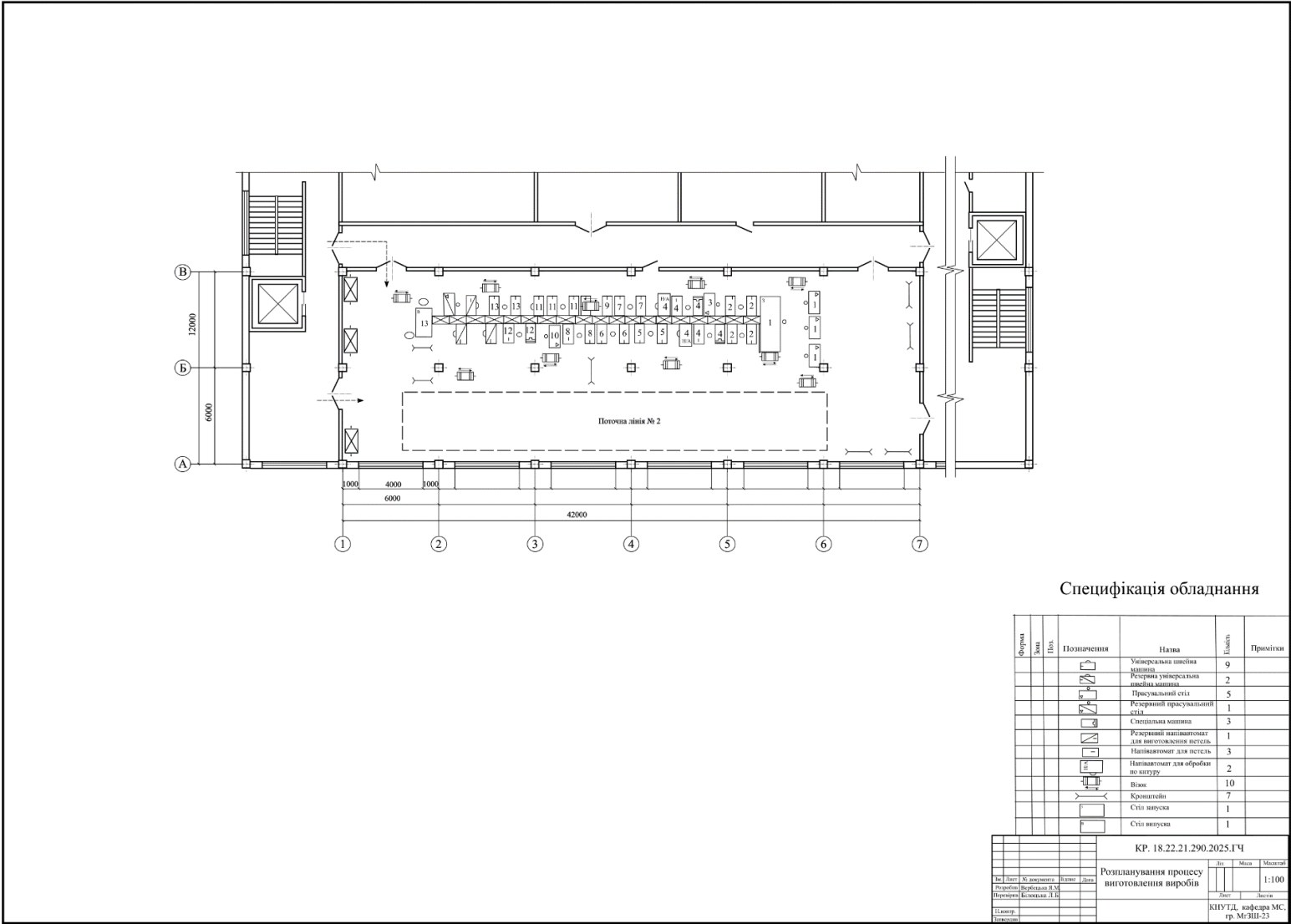


Рисунок В.2.2 – Розпланування процесу виготовлення бронежилета



Рисунок В.2.3 – Чохол бронежилету модульного, спроектований та виготовлений в рамках розробки

УДК 677.
07:687.17

ЯНА ВЕРБИЦЬКА, СВІТЛАНА ЛОЗОВЕНКО,
ЛАРИСА БІЛОЦЬКА
Київський національний університет технологій та дизайну,
Україна
ЮЛІЯ ХАРЧЕНКО
Аналітично-дослідна випробувальна лабораторія «Текстиль-ТЕСТ», КНУТД, Україна

АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БРОНЕЖИЛЕТІВ

Мета. Провести порівняльний аналіз текстильних матеріалів спеціального призначення, що використовуються у виробництві бронезилетів, визначити їхні переваги, недоліки та перспективи розвитку.

Ключові слова: бронезилет, матеріали для виготовлення бронезилетів, арамідні волокна, надвисокомолекулярний поліетилен.

Постановка завдання. Засоби індивідуального балістичного захисту є критично важливими для безпеки військовослужбовців. Ключовими критеріями для проектування бронезилетів є досягнення високого ступеня захисту від кінетичної дії уражаючих чинників за умови мінімізації загальної маси виробу та збереженні його оптимальних ергономічних властивостей. Такі вимоги зумовлюють необхідність аналізу сучасних текстильних матеріалів спеціального призначення та дослідження перспективних напрямів їх застосування.

Методи досліджень. Дослідження проводились із використанням системного підходу, методів аналізу та синтезу.

Результати досліджень. За об'єкт дослідження обрано технологічний процес виготовлення модульного бронезилету, загальний вигляд якого представлено на рис. 1. Як зазначають науковці [1–4], вибір матеріалу бронезилета визначає його захисні характеристики, вагу та довговічність.

Ключовими матеріалами, що наразі використовуються для виготовлення м'яких балістичних елементів, є арамідні волокна (торгова назва – Кевлар) та надвисокомолекулярний поліетилен.

Кевлар характеризується високими показниками міцності та термостійкості, традиційно застосовується для створення м'яких бронепакетів (призначених для протидії пістолетним кулям та осколкам), балістичних шоломів, а також у виробництві захисного одягу для пожежників та

спортивного екіпірування для фехтувальників [5]. Його ключовими перевагами є:

- Вияткова питома міцність. За умови рівної маси, міцність Кевлару перевищує міцність сталі у п'ять разів. Ця властивість зумовлена структурою щільно сплених волокон, які ефективно розсіюють кінетичну енергію засобів ураження, трансформуючи її в теплову енергію.

- Терморезистентність. Кевлар не плавиться при нагріванні, а піддається термічній деструкції у діапазоні температур 430–480 °С. При цьому він зберігає свою механічну міцність при нагріванні до 150 °С та еластичність у криогенних умовах (до –196 °С).

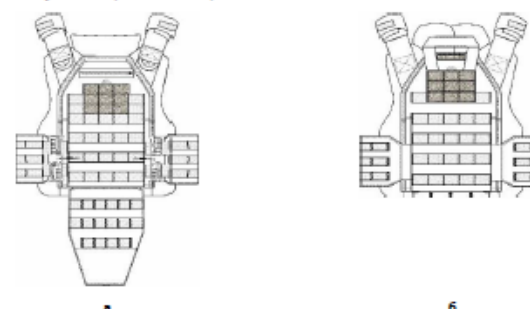


Рис. 1. Модульний бронезилет: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду

Недоліком арамідних волокон є зниження їхніх захисних властивостей під впливом вологи та ультрафіолетового випромінювання. Цей чинник вимагає обов'язкового застосування герметичних вологостійких захисних чоколів для збереження балістичних характеристик.

Надвисокомолекулярний поліетилен (відомий як НВМПЕ, UHMWPE, Дупеєма, Спектра) – це термопластичний полімер з надзвичайно довгими молекулярними ланцюгами. Завдяки унікальному комплексу фізико-механічних властивостей, цей матеріал займає провідну позицію серед сучасних інженерних рішень для створення високоефективного балістичного захисту. Ключові переваги надвисокомолекулярного поліетилену:

- Надвисока питома міцність та пружність. За показниками питомої міцності НВМПЕ значно перевершує конструкційну сталь, а також на 40% – арамідні волокна. При балістичному впливі матеріал не піддається розриву, а демонструє значне розтягування волокон, що забезпечує високоефективне

розсіювання кінетичної енергії удару.

– Мінімальна густина – становить близько $0,93\text{--}0,97\text{ г/см}^3$, що менше за густину води. Ця характеристика дозволяє знизити масу бронееlementів до 30% порівняно з кевларовими аналогами, а також виготовляти шоломи з позитивною плавучістю.

– Стійкість до зовнішніх впливів. Матеріал вирізняється повною гідрофобністю, не втрачаючи своїх захисних властивостей у вологому середовищі, та демонструє високу резистентність до дії більшості хімічних реагентів і ультрафіолетового випромінювання.

– У практичному застосуванні НВМПЕ використовується переважно для виробництва жорстких бронепанелей (які забезпечують захист від гвинтівкових боєприпасів), а також для надлегких балістичних шоломів та м'яких бронееlementів.

Недоліком НВМПЕ є низька термостійкість: матеріал починає втрачати механічну міцність за температури вище $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ і плавиться за $130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Порівняльний аналіз Кевлару та НВМПЕ представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз Кевлару та НВМПЕ

Матеріал / характеристика	Кевлар	НВМПЕ
Поверхнева густина, г/м^2	Вища (густина $1,44\text{ г/см}^3$)	Низька (густина $0,93\text{ г/см}^3$)
Міцність на розрив, ГПа	$\sim 3,6\text{ ГПа}$	$4\text{--}10\text{ ГПа}$
Термостійкість	Висока (до $300\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Низька (до $80\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Вологостійкість	Низька (втрачає міцність)	Висока (водонепроникний)
Термін служби	~ 5 років	Більше 10 років
Вартість	Низька	Вища

Для виготовлення зовнішніх елементів бронезилетів (зокрема, чохла-плитинок) та тактичного екіпування застосовуються тканини, які не мають протибалістичних властивостей, але функціонально забезпечують довговічність, міцність і зносостійкість усієї конструкції. Серед таких матеріалів найбільш поширеними є Oxford та Cordura.

Oxford – водостійка синтетична тканина на основі поліефіру із водостійким покриттям, широко використовується для тентів, чохла, наметів, рюкзаків, спелюгу, тактичного спорядження. Властивості: відносно висока міцність та зносостійкість, гідрофобні та вітрозахисні властивості завдяки поліуретановому просоченню, стійкість до ультрафіолетового випромінювання, відносно низька поверхнева щільність та економічна доступність.

Cordura є зареєстрованою торговою маркою нейлонової тканини, яка здобула статус «золотого стандарту» у виробництві військового спорядження. Ключові переваги: виняткова міцність на розрив та стійкість до

стирання, довговічність, водостійкість та відносно малу щільність.

Різновиди: найбільш популярні тканини Cordura 500D (оптимальний баланс між міцністю та легкістю) та Cordura 1000D (стандарт максимальної зносостійкості для військового спорядження). Сфера застосування – виготовлення плитинок, тактичних рюкзаків, підсумків та іншого спорядження, яке має витримувати екстремальні умови експлуатації.

Порівняльний аналіз тканини Oxford та Cordura наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз тканин для плитинок (зовнішнього чохла)

Матеріал / характеристика	Cordura 1000D	Cordura 500D	Oxford
Міцність	Дуже висока	Висока	Середня
Поверхнева щільність	Важкий матеріал	Середня	Легкий матеріал
Вартість	Середня	Середня	Низька
Вологостійкість	Низька	Низька	Середня
Стійкість до УФ-випромінювання	Висока	Висока	Середня
Стійкість до зношування	Дуже висока	Висока	Середня
Переваги	Міцний, стійкий до механічних пошкоджень	Міцний, невелика вага	Легкий та бюджетний
Недоліки	Важкий	Менш зносостійкість	Менш стійкий до УФ-випромінювання і зношування

Слід зазначити, що науковцями постійно ведуться дослідження спрямовані на підвищення ефективності засобів індивідуального захисту. Серед основних векторів розвитку можна виокремити такі:

1. Графен. Теоретичні моделювання свідчать, що багат шаровий Графен може демонструвати двократну перевагу над Кевларом у здатності поглинання енергії кінетичного удару при мінімальній товщині матеріалу. Це робить Графен одним із найбільш перспективних компонентів для створення броні майбутнього.

2. «Рідка броня». Розробка базується на матеріалах, що містять ньютонівські рідини, які миттєво переходять у твердий стан у момент імпульсного впливу. Такі бронезилети можуть зберігати гнучкість та ергономічність у звичайних умовах, забезпечуючи при цьому високий ступінь захисту під час балістичного ураження.

3. «Композитна броня». Створення гібридних матеріалів дає змогу поєднувати найкращі властивості різних компонентів. Зокрема, використання надвисокоармованого органопластику дозволяє зменшити товщину і масу керамокомпозитної броні більше ніж удвічі із збереженням захисних характеристик. Важливу роль також відіграє технологія



IX International Scientific-Practical Conference
16 October 2025
Kyiv, Ukraine

виробництва: перехід до використання некручених арамідних ниток замість кручених може підвищити балістичну стійкість тканини на 12–16%.

Висновок. Проведений аналіз підтвердив, що жоден окремий матеріал не здатен гарантувати універсальні захисні властивості бронежилета. Найвищий рівень безпеки досягається шляхом багатопарової інтеграції елементів, яка поєднує зовнішню оболонку (чохол-плитоноску), м'які балістичні пакети та жорсткі бронеплити. Рациональна конструкція передбачає використання зовнішньої оболонки з міцного поліамідного матеріалу (наприклад, Cordura 500–1000D). Арамідні волокна (Kevlar) та поліетиленові волокна (НВМПЕ) ефективно поглинають кінетичну енергію засобів ураження, але поліетиленові волокна вирізняються меншою питомою масою та підвищеною стійкістю до вологи. Перспективним вектором підвищення ефективності бронежилета є застосування нових матеріалів, які здатні до динамічної зміни фізичних параметрів у момент удару, підвищуючи рівень захисту при оптимізації загальної маси виробу. Проведений аналіз дозволив сформулювати ключовий напрям подальших досліджень – наукове обґрунтування комплектації матеріалів з метою забезпечення максимальної балістичної стійкості модульного бронежилета.

Література

1. Бокров В.Т., Жданюк М.М., Чередніков О.М. Розробка пропозицій щодо застосування демпфуючих елементів бронепластин (медичний аспект) // Проблеми якості оборонної продукції: організаційні, технічні та фінансово-економічні аспекти. матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 30 червня 2022 року). Київ, 2022. С. 13–15.
2. Guleria T., Verma N., Zafar S., Jain V. Fabrication of Kevlar®-reinforced ultra-high molecular weight polyethylene composite through microwave-assisted compression molding for body armor applications // Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2020. Vol. 40(7–8). P. 307–320. DOI: <https://doi.org/10.1177/0731684420959449>
3. Боброва С. Ю., Галавська Л. Є. Розробка балістичних трикотажних полотен для виготовлення засобів бронезахисту // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія «Технічні науки». 2015. № 3 (86). С. 114–120. URL: <https://et.knu.edu.ua/handle/123456789/471>
4. Високоміцні склокомпозитні матеріали спеціального призначення : бронестійкі сигнали : навч. посібник / О.В. Савцова, Г.К. Воронов, О.І. Фесенко, Ю.О. Смирнова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. 162 с.
5. Харченко Ю. М. Дослідження формостійкості трикотажного полотна для фектувального одягу при статичних та динамічних навантаженнях / Ю. М. Харченко, Л. А. Дмитренко, Л. Б. Білоцька та ін. // Технологічний аудит та резерви виробництва. 2016. № 5 (3). С. 38–46.

Вербецька Я., Лозовенко С., Білоцька Л., Харченко Ю. Аналіз матеріалів спеціального призначення для виготовлення бронежилетів // Збірник матеріалів IX Міжнародної науково–практичної конференції текстильних та фешн–технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 16 жовтня 2025 р. Київ: КНУТД, 2025, 5 стор.