

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 одягу для
високогірних альпіністів

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 182 Технологія легкої промисловості

Освітня програма Конструювання та технології швейних виробів

Виконала: студентка групи МгІІІ-24

Назаренко Ірина Віталіївна

Керівник к.т.н., доц. Білоцька Л.Б.

Рецензент к.т.н, доцент Арабулі А.Т.

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

Назаренко Ірині Віталіївні

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення технологічного процесу виготовлення одягу для високогірних альпіністів.

Науковий керівник роботи Білоцька Лариса Борисівна, к.т.н., доцент

затверджені наказом КНУТД від «16» вересня 2025 року № 209 –уч.

2. Вихідні дані до роботи 1) Конструкторсько – технологічна документація на модель костюму для високогірних альпіністів

3. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; 1. Конструкторський розділ; 2. Спецрозділ; 3. Технологічний розділ; Загальні висновки; Перелік використаної літератури; 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 Конструкторський розділ	вересень 2025	
3	Розділ 2 Спецрозділ. Розробка спеціального конструкторського реліф -вузла в одязі для високогірних альпіністів	вересень 2025	
4	Розділ 3. Технологічний розділ	жовтень 2025	
5	Висновки	жовтень 2025	
6	Оформлення роботи (чистовий варіант)	листопад 2025	
7	Подача кваліфікаційної роботи науковому керівнику для відгуку (за 14 днів до захисту)	листопад 2025	
8	Подача кваліфікаційної роботи для рецензування (за 12 днів до захисту)	листопад 2025	
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	грудень 2025	Коефіцієнт подібності ____% Коефіцієнт цитування ____% _____
10	Подання кваліфікаційної роботи завідувачці кафедри (за 7 днів до захисту)	грудень 2025	

З завданням ознайомлена:

Студентка

Ірина НАЗАРЕНКО

Науковий керівник

Лариса БІЛОЦЬКА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	12
1.1. Допроєктні дослідження.....	12
1.1.1. Аналіз сфери споживання. Визначення групи споживачів та виду одягу для високогірного альпінізму	12
1.1.2. Визначення споживчих і виробничих вимог до одягу для високогірного сходження.....	19
1.1.3. Аналіз конструктивних рішень сучасних моделей провідних брендів	26
1.1.4. Формування морфологічної матриці ознак верхнього одягу для альпіністів	34
1.2. Проєктування моделей сімейства виробів для альпіністів	38
1.2.1. Розробка базової моделі комбінезона для високогірних умов	41
1.2.2. Розробка ескізів та креслеників моделей-модифікацій базової моделі.....	45
1.3. Нормування матеріалів на базову модель	45
1.4. Розробка проєктно-конструкторської документації на БМ комбінезона для альпінізму.....	49
1.4.1. Розробка комплекту лекал-еталонів на БМ	50
Висновки до розділу 1	52
РОЗДІЛ 2. СПЕЦРОЗДІЛ. Розробка спеціального конструкторського реліф -вузла в одязі для високогірних альпіністів.	53
2.1. Аналіз існуючих конструктивно-технологічних рішень для забезпечення фізіологічного комфорту	37

2.1. 1 Огляд систем типу full-length side zippers, relief zippers, drop seat, flap-систем у сучасному альпіністському одязі	53
2.1.2 Порівняльний аналіз конструктивних і технологічних особливостей існуючих систем	57
2.2. Ергономічні та функціональні вимоги до спеціального реліф вузла комбінезону для високогірних умов	60
2.2.1 Фізіологічні обмеження під час високогірних сходжень.....	60
2.2.2. Вимоги до швидкого доступу, безпеки, герметичності, терморегуляції.	61
2.2.3. Особливості взаємодії вузла з іншими конструктивними елементами	64
2.3. Розробка концепції нового конструктивного санітарно-побутового (реліф) вузла.....	66
2.3.1. Обґрунтування ідеї: новий формат вузла.....	70.
2.3.2. Вибір конструктивної схеми (розташування, форма, розмір, напрям відкривання, типу застібки).....	71
2.3.3. Розробка креслення.....	71
2.4. Технологічні особливості виготовлення.....	71
2.4.1. Вибір матеріалів для реалізації вузла.....	72
2.4.2. Технологічна послідовність виготовлення та обробки вузла.....	74.
2.4.3. Методи забезпечення герметизації швів і збереження властивостей мембрани.....	74
2.4.4. Порівняння можливих безниткових методів з'єднання деталей.....	78
2.5. Оцінка ефективності та переваг запропонованого рішення.....	78
2.5.1. Критерії оцінки (герметичність, зручність користування, маса, час відкривання/закривання, вплив на теплоізоляцію).....	80
2.5.2. Порівняння з традиційними системами.....	81
Висновки до розділу 2	84

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	85
3.1. Проєктування технологічного процесу виготовлення виробу	85
3.1.1 Аналіз методів обробки і вибір технологічних вузлів для одягу з мембранних матеріалів.	86
3.1.2 Технологія формування пухових пакетів. Обґрунтування застосування підвішеної конструкції (Floating Baffle System).....	111
3.2 Вибір обладнання.....	113
3.3 Розробка технологічної послідовності операцій виготовлення базової моделі ...	
Висновок до розділу 3.....	123
Загальні висновки.....	125
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	125

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах активного розвитку у світі спортивного туризму та екстремальних видів спорту дедалі більшої актуальності набуває створення високотехнологічного одягу для професійних альпіністів. Українська швейна промисловість, попри воєнні виклики, продовжує демонструвати здатність адаптуватися до потреб сучасного ринку, у тому числі сегмента outdoor-індустрії, де цінується не лише естетика, а й інженерна функціональність.

В Україні активно формується і розвивається коло вітчизняних брендів, здатних конкурувати на міжнародному ринку. Серед них варто відзначити Turbat, Fram Equipment, Rock Front, Commandor, Fahrenheit та First Ascent — компанії, що спеціалізуються на створенні функціонального одягу й спорядження для туризму, трекінгу, альпінізму та військових потреб [1-5].

Так, бренд Turbat, що виник у складі мережі Gorgany, реалізує концепцію «*Made in Ukraine*» та викориснуноктоує інноваційні матеріали світових виробників — Polartec, Toray, Primaloft — у власних розробках. Українська компанія вже двічі отримувала міжнародне визнання — премію ISPO Award (2022 р. — спальник *Ultar*, 2024 р. — сорочка *Maya Hood Trek*), що свідчить про високий рівень технологічності й конкурентоспроможності на глобальному рівні [6].

У сучасних умовах, коли попит на функціональний, ергономічний і захисний одяг постійно зростає, українські виробники не лише задовільняють внутрішні потреби, а й інтегруються у світову систему виробництва outdoor-продукції. Вони демонструють потенціал для розвитку власних технологій і конструкторських рішень та паралельно з виробництвом військового спорядження та форменого одягу, приділяють особливу увагу спеціалізованому спорядженню для екстремальних умов, яке поєднує інноваційні матеріали, ергономічний крій і технологічну досконалість.

Професійний альпінізм ставить перед конструкторами та технологами надзвичайно складні завдання. Одяг для сходжень на висоти понад 7000 метрів

повинен забезпечувати захист від вітру, вологи та морозу при температурах до -40°C , водночас зберігаючи легкість, свободу рухів і зручність при багат шаровому використанні. У цих умовах навіть незначна похибка у технології виготовлення може поставити під загрозу життя спортсмена. Саме тому вдосконалення технологічного процесу виготовлення альпіністського одягу потребує комплексного підходу — від вибору мембранних матеріалів і типів швів до конструкторських рішень, що враховують фізіологічні особливості користувача.

Окремої уваги заслуговує проблема забезпечення функціональності в умовах багатоденних сходжень, коли альпіністи перебувають у костюмах, що складаються з кількох шарів, і не мають можливості повністю знімати спорядження.

Таким чином, необхідності підвищення технологічної ефективності виготовлення одягу для високогірних альпіністів, розробці інноваційних конструктивно-технологічних вузлів та удосконаленні процесів з'єднання деталей із використанням сучасних матеріалів — мембранних, ламінованих і композитних є актуальною задачею. Важливим напрямком дослідження є також забезпечення екологічності та безпечності матеріалів для шкіри користувача відповідно до міжнародних стандартів OEKO-TEX® [8,10] та bluesign® [9,11].

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технологічного процесу виготовлення одягу для високогірних альпіністів шляхом впровадження сучасних конструктивних і технологічних рішень, спрямованих на підвищення функціональності, ергономічності та надійності виробу. Для досягнення цієї мети передбачено аналіз сучасних технологій виготовлення спорядження для екстремальних умов, дослідження властивостей інноваційних матеріалів, а також розробку модернізованої моделі верхнього одягу з урахуванням специфічних потреб професійних спортсменів.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виготовлення одягу для високогірних альпіністів.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні рішення, спрямовані на підвищення функціональності, ергономічності та надійності виробу для високогірних альпіністів, зокрема спеціальний конструкторський реліф-вузол та система формування пухових пакетів.

Методи дослідження:

1. Аналітичні методи: аналіз сфери споживання та визначення групи споживачів; аналіз конструктивних рішень сучасних моделей провідних брендів; аналіз існуючих конструктивно-технологічних рішень для забезпечення фізіологічного комфорту.
2. Проєктування та моделювання: формування морфологічної матриці ознак верхнього одягу для альпіністів; розробка базової моделі комбінезона; розробка концепції нового конструктивного реліф-вузла.
3. Конструктивно-параметричний метод: побудова базової конструкції комбінезона на основі антропометричних даних (ДСТУ та EN) та із застосуванням методики ЄМКО СЕВ, що включає розрахунок конструктивних прибавок на багат шаровість та рухливість.
4. Розрахункові методи: розрахунок матеріалоємності та нормування пухового утеплювача для виробу.
5. Порівняльний аналіз: порівняння конструктивних та технологічних особливостей існуючих систем (full-length side zippers, drop seat, flap-системи) з розробленим рішенням.

Наукова новизна полягає у розробці та науковому обґрунтуванні концепції нового спеціального конструкторського реліф-вузла – "Internal Access Tunnel System" (тунельна система доступу) для високогірного альпіністського комбінезона. Новизна системи полягає в інверсії процесу доступу (замість оголення тіла забезпечується доступ руки всередину ізолюваного контуру), що дозволяє здійснювати фізіологічні потреби без порушення загального теплового балансу підкостюмного простору. Також обґрунтовано застосування технології формування пухових пакетів "Floating Baffle System" для усунення "містків холоду" та збереження цілісності мембрани.

Практичне значення роботи полягає у наступному:

1. Підвищення ергономічності та безпеки: Впровадження розробленого реліф-вузла підвищує ергономічність виробу та скорочує час на санітарні процедури до 4–5 секунд, що мінімізує ризики обморожень пахової зони в екстремальних умовах.
2. Технологічна раціональність: Розроблена технологічна послідовність (ТПО) та підбір спеціалізованого обладнання (наприклад, машини для герметизації швів) є раціональною та дозволяє виготовити конкурентоспроможний виріб спеціального призначення в умовах промислового виробництва.
3. Створення технічної бази: Підготовка комплексу проектно-конструкторської документації (включаючи лекала-еталони) та розрахунок матеріалоємності створюють необхідну базу для впровадження розробленої моделі у виробництво.

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 КНУТД.

В ході розробки кваліфікаційної роботи було опубліковано:

Назаренко І., Лозовенко С., Білоцька Л. Асортимент та характеристика сучасних швейних виробів для високогірного сходження // Збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн-технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 16 жовтня 2025 р. Київ: КНУТД, 2025. (4 стор.)

Об’єм роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури (40 найменувань), додатків, викладена на 127 сторінках машинописного тексту, включає 19 рисунків та 40 таблиць.

1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1. Допроєктні дослідження

Проектування одягу для високогірного альпінізму потребує глибокого аналізу умов його експлуатації, антропометричних і фізіологічних характеристик споживачів, а також визначення вимог до конструкції та матеріалів. Допроєктні дослідження є базовим етапом, що дозволяє сформувати вихідні дані для створення виробу, який забезпечуватиме комфорт, функціональність і безпеку спортсмена в екстремальних кліматичних умовах.

Вихідними даними для створення технологічного процесу є аналіз умов використання (висота, клімат, фізичні навантаження), визначення групи споживачів (професійні альпіністи, експедиційні команди, рятувальники, військові підрозділи спеціального призначення), а також вибір виду одягу, який виконує ключову роль у системі екіпірування — наприклад, штани або комбінезон високогірного призначення.

Отже, завдання цього розділу полягає у дослідженні особливостей експлуатації одягу для високогірних сходжень, визначенні споживчих характеристик, а також у формуванні вимог до матеріалів, конструктивних вузлів і технологічних процесів його виготовлення.

1.1.1. Аналіз сфери споживання. Визначення групи споживачів та виду одягу для високогірного альпінізму

Високогірний альпінізм належить до категорії екстремальних видів діяльності, що здійснюються у середовищі з підвищеним ризиком для життя людини. Основна сфера споживання одягу для альпіністів — це високогірні райони з висотами понад 5000–8000 метрів над рівнем моря, де спостерігаються екстремальні кліматичні, фізіологічні та механічні навантаження. Вид альпінізму, що передбачає сходження на вершини висотою понад 7000 метрів - є одним із найбільш складних і небезпечних етапів у професійному житті альпініста..

На висотах понад 5000 м щільність повітря знижується майже на 50 %, що призводить до нестачі кисню (гіпоксії), порушення терморегуляції і зниження працездатності організму. Температура повітря може опускатися до – 30–45 °С, а сила вітру досягати 40–60 м/с, що створює ефект відчутної температури нижче –60 °С. Вологість коливається в широкому діапазоні — від надзвичайно сухого повітря (у зоні снігових вітрів) до умов інтенсивного конденсаутворення при зміні висоти.

У гірських регіонах спостерігаються різкі добові коливання температури – до 25–30 °С, що вимагає від одягу універсальності, здатності до терморегуляції та можливості швидкої адаптації до зміни клімату. Крім того, альпініст постійно перебуває під впливом ультрафіолетового випромінювання, інтенсивність якого на висоті 7000 м у 2–3 рази перевищує рівень на рівнині.

Особливістю високогірного середовища є поєднання низьких температур, високої вологості, сильного вітру та механічного навантаження на одяг — від тертя об скелі, льодові поверхні, спорядження (мотузки, карабіни, кішки, льодоруби). Це призводить до швидкого зносу матеріалів, тож вимоги до міцності, волого- та вітронепроникності є пріоритетними.

З огляду на споживачів такого одягу, можна виділити такі групи:

- Професійні альпіністи, які здійснюють сходження на великі висоти (понад 6000–7000 м) (рисунок 1.1)
- Напівпрофесійні або аматорські групи високогірного туризму/експедицій. (рисунок 1.2)
- Компанії-експедиційні оператори або гірські клуби, що забезпечують одягом учасників. (рисунок 1.3)
- Споживачі устаткування для тренувань у гірських або високогірних умовах, котрі звертають увагу на преміум-одяг із функціональністю «для гір». (рисунок 1.4)



Рисунок 1.1 – Професійні альпіністи, які здійснюють сходження на великі висоти



Рисунок 1.2 – Напівпрофесійні або аматорські групи високогірного туризму/експедицій



Рисунок 1.3 – Компанії-експедиційні оператори або гірські клуби, що забезпечують одягом учасників



Рисунок 1.4 – Споживачі устаткування для тренувань у гірських або високогірних умовах

Характеристику типу споживачів одягу для високогірного альпінізму наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика типу споживачів одягу для високогірного альпінізму

Найменування ознаки	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
<i>Антропометричні:</i>			
Стать	чоловіча	жіноча	-
Вікова група	20–35 р.	36–50 р.	51+
Зріст, см	168–176	177–184	185+
Розмір (обхват грудей, см)	92–96	100–108	110–116
Статура	атлетична	звичайна	
Осанка	пряма	нормальна	
Жировідкладення	мінімальне	рівномірне	
<i>Фізіологічні:</i>			
Система терморегуляції	підвищена (адаптована до холоду)	нормальна	
Потовиділення	підвищене	нормальне	інш.
Витривалість	висока	дуже висока	інш.
<i>Психологічні:</i>			
Темперамент	сангвінік	холерик	інш.
Схильність до ризику	помірна	висока	
Мотивація	спортивна	професійно-експедиційна	туристична
<i>Соціально-демографічні:</i>			
Місце проживання	великі міста	гірські регіони	інш.
Кліматична зона сходжень	альпійська	гімалайська	субарктична
Рівень достатку	середній	високий	
Рід діяльності	спортсмен-альпініст	гірський гід	дослідник/учасник експедиції
Сімейний стан	неодружений	одружений	

За складеною характеристикою типу споживачів визначається габітус – чоловіки віком 20–50 років, зростом 170–185 см, розміру M–L (96–108 см по грудях), із атлетичною або нормальною статурою, підвищеною витривалістю та терморегуляцією. Це спортсмени-альпіністи, інструктори або учасники високогірних експедицій, які діють у висотних зонах понад 6000–7000 м. Основними вимогами до одягу є функціональність, легкість, теплозахист, герметичність та ергономічність.

Отримані результати дозволяють визначити основні вимоги до конструкції та матеріалів одягу для високогірного альпінізму. Умови експлуатації визначають низку специфічних вимог до одягу, а саме:

- забезпечення максимального теплозахисту при низьких температурах (–30-40 °C) і сильному вітрі;
- захист від опадів, снігу, конденсату, вологи при збереженні паропроникності;
- ергономічність - свобода рухів під час лазіння, підйому по льодових схилах, фіксації спорядження;
- мінімальна вага виробу при високих ізоляційних показниках;
- зручність при довготривалому носінні, у тому числі можливість справляння природних потреб без зняття більшості елементів екіпірування;
- міцність і стійкість до стирання, оскільки одяг контактує з льодом, камінням, спорядженням.

Характеристику типових ситуацій використання виробів для високогірного альпінізму наведено в таблиці 1.2.

Таким чином, аналіз умов споживання, споживачів та типових ситуацій дає змогу сформулювати технічне завдання на розробку виробу — створення високофункціонального одягу для альпіністів, який забезпечує захист організму від екстремальних умов, комфорт і рухову свободу під час сходжень, зручність експлуатації в умовах підвищених фізичних навантажень, різких перепадів температур і обмеженої рухливості, адаптацію конструкції під природні потреби людини у високогір'ї.

Таблиця 1.2 – Характеристика типових ситуацій використання виробів для високогірного альпінізму

Вид діяльності	Опис ситуації	Типові рухи споживачів при корисуюнотуван ні виробами	Вимоги до конструкції та матеріалу
1	2	3	4
Сходження по скелях і змішаному рельєфу	Рух по твердих скелях, кам'яних схилах, ділянках із снігом і льодом.	Підйом по схилу, згинання колін, відведення рук угору та в сторони, повороти тулуба, напруження плечового поясу.	Висока еластичність матеріалу в зоні колін та плечей, посилення в місцях тертя, ергономічний крій.
Робота зі страхувальним спорядженням	Використання мотузок, карабінів, фіксаторів на схилі.	Часте згинання рук, нахили тулуба вперед, фіксація пози при роботі з мотузкою.	Зручність доступу до спорядження (кармани, петлі), міцність швів, свобода рухів у плечовій зоні.
Пересування по льодовику або снігових полях	Ходіння у кішках, тривале перебування на морозі, сильний вітер.	Монотонна хода, короткі кроки, нахил уперед.	Високі теплоізоляційні властивості, вітронепроникність, мембранна тканина, регулювання вентиляції.
Відпочинок у базовому таборі / бівак	Статичне перебування в умовах низьких температур (- 15...-30 °C).	Обмежені рухи, сидіння, лежання в наметі.	Висока термоізоляція, м'якість, зручність крою, можливість часткового розстібання для вентиляції.

Кінець таблиці 1.2.

1	2	3	4
Підйом із важким спорядженням	Тривала фізична активність із рюкзаком 20–30 кг.	Піднімання колін, активна робота рук, ротація тулуба.	Посилений захист спини й плечей, анатомічний крій, легкість матеріалу, дихаючі властивості.
Евакуація або аварійні ситуації	Робота в екстремальних умовах, швидкі рухи, контакт із гострими поверхнями.	Біг, присунокідання, різкі рухи руками й ногами.	Надміцні тканини, армовані вставки, герметичні шви, мінімум виступаючих деталей.

Для цієї роботи обрано вид швейного виробу — утеплений комбінезон верхнього шару, призначений для високогірного альпінізму. Група споживачів — чоловіки віком 20-50 років, які беруть участь у висотних сходженнях (понад 6000 м) або тривалих гірських експедиціях. Цей вибір зумовлений тим, що верхній захисний одяг є ключовим елементом системи багат шарового одягу в екстремальних умовах. Крім того, верхній виріб підлягає складній технологічній обробці (герметизація швів, спеціальні застібки, модульність), що відповідає темі удосконалення технологічного процесу виготовлення.

1.1.2 Визначення споживчих і виробничих вимог до одягу для високогірного сходження

Через екстремальні погодні умови, низький рівень кисню та високі фізичні навантаження підйоми на висоту більш ніж 5000 м вимагають від спортсменів не лише спеціальної фізичної підготовки та акліматизації, а й відповідного спорядження, здатного витримати екстремальні умови високогір'я.

Одним з ключових елементів цього спорядження є одяг, який повинен забезпечувати необхідний рівень теплоізоляції, захисту від погодних умов і комфорт під час тривалих фізичних навантажень. На таких висотах альпіністи стикаються з низькими температурами, сильним вітром, ультрафіолетовим випромінюванням, дефіцитом кисню, а також необхідністю чергувати активний рух з періодами меншої фізичної активності.

Підбір речей, необхідних для підйому в високих горах вимагає розуміння характеру гір та є індивідуальним для кожної неповторної вершини.

Професійні альпіністи, які здійснюють сходження на висоти понад 7000 метрів, мають дуже жорсткі вимоги до одягу, адже від цього напряму залежить збереження їхнього здоров'я і життя.

Одяг повинен бути безкомпромісно теплим, легким та зручним.

Основні вимоги включають:

1. *Теплоізоляція та захист від холоду.*

- Ефективна терморегуляція для утримання тепла навіть при -40°C і нижче.

- Використання багатошарової системи одягу:

Базовий (натільний) шар – вбирання вологи з поверхні тіла і транспортування її назовні (синтетика або мериносова шерсть). (рисунок1.5)



Рисунок 1.5 – Базовий (натільний) шар

Проміжний шар – теплоізоляція. (рисунок 1.6) Цей шар використовується для захисту від холоду і являє собою одяг з великою кількістю повітряних порожнин, легкий і пластичний. Утеплювачем можуть виступати як штучні матеріали (наприклад, фліс, Primaloft, Polartec Alpha, Softshell і ін.), так і натуральні матеріали – пух різного походження та якості. Для гарного гірського одягу найкращий якісний гусячий пух з коефіцієнтом FP понад 650, краще 800+. Чим вищий цей показник, тим кращої якості пух, тим більший об'єм займає одиниця ваги пуху.

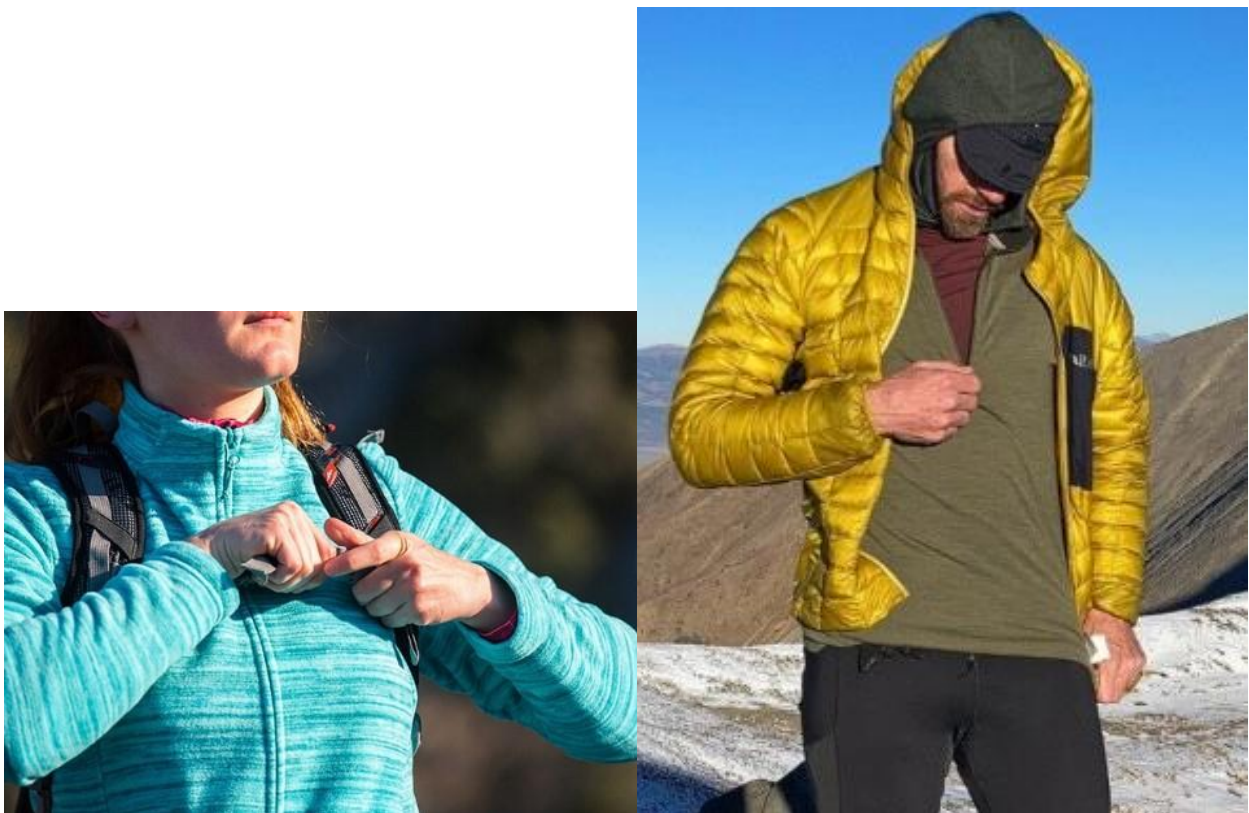


Рисунок 1.6 – Проміжний шар – теплоізоляція

Зовнішній (захисний) шар. (рисунок 1.7) Основна функція зовнішнього шару - випускати назовні випаровування разом з вологою, захист від вітру і води (мембранні тканини, наприклад, Gore-Tex, eVent).

- Захист від втрати тепла через кінцівки: утеплені рукавиці, бахіли, маски та балаклави.



Рисунок 1.7 – Зовнішній (захисний) шар

2. *Захист від вітру та опадів.*

- Використання мембранних тканин з високою паропроникністю (не менше 20 000 г/м²/24 год) та водонепроникністю (не менше 20 000 мм водяного стовпа). Мембрана – це тонка плівка, тому вона наноситься на тканину з необхідними характеристиками. Найбільш підходящі для альпінізму – ламіновані мембрани, так звані тришарові. Тобто, шар мембрани знаходиться між двома шарами тканини. Таким чином, мембрана надійно захищена, а

конструкція виходить максимально міцною, легкою, компактною і монолітною. 2 і 2,5-шарові мембрани надійно захищені тільки з зовнішньої сторони і вважаються значно менш придатними для жорсткого використання.

- Герметичні блискавки, проклеєні шви.
- Вітрозахисні клапани на блискавках і регульовані капюшони.
- Захист від вологи на великій висоті другорядний, оскільки опади тут навіть влітку випадають в основному у вигляді снігу.

3. Вага та компактність.

- Мінімальна вага одягу без втрати теплоізоляційних властивостей. Вага комплекту не повинна перевищувати 1,5–2 кг для збереження мобільності альпініста.

- Компресійні можливості пухових речей (компактне пакування в рюкзак).

4. Функціональність та зручність.

- Анатомічний крій для свободи рухів.

- Доступ до кишень навіть у рукавицях. Кишені на куртці розміщуються таким чином, щоб забезпечувати доступ в них і в одягненій страхувальній системі.

- Зручні блискавки, які легко відкривати однією рукою.

- Вбудовані вентиляційні отвори (пахви, бокові блискавки на штанах) – спеціальні ділянки, що розкриваються, для того, щоб різко збільшити вихід тепла і вологи при значних навантаженнях без необхідності знімати деталь одягу, оскільки це може бути складно через одягнене зверху страхувальне обладнання.

- Продумані рішення для справляння природних потреб без зняття одягу (наприклад, спеціальні застібки на комбінезонах).

5. Сумісність з альпіністським спорядженням

- Подовжені манжети з отвором для великого пальця.
- Штани з можливістю носіння з альпіністською системою.
- Капюшон значно більшого розміру, що сумісний зі шоломом.

- Наявність петель для фіксації спорядження.
- Штани з функцією активної вентиляції за допомогою блискавок на стегнах, зконструйовані за принципом «самоскидів» , що дає можливість зняти/одягнути штани не знімаючи взуття, підсилювачами і спеціальними стяжками для сумісного використання з кішками. Іноді штани комплектуються спеціальними манжетами для того, щоб стати на заваді потраплянню снігу у взуття. Також альпіністи часто використовують спеціальні захисні гамаші або бахіли – тканинні конструкції у вигляді розкритих рукавів з манжетами зверху і знизу для повного захисту взуття та низу ноги від снігу, пилу або бруду, а іноді, для кращої теплоізоляції.

6. *Стійкість до зношування*

- Посилені тканини в місцях тертя (Cordura, Dyneema).
- Якісна фурнітура (УКК блискавки, Duraflex пряжки).
- Стійкість до ультрафіолету та механічних пошкоджень.

7. *Адаптація до зовнішніх умов*

- Спеціальні кишені для зігрівальних елементів.
- Внутрішні кишені для акумуляторів, щоб вони не замерзали.
- Світловідбиваючі елементи для ідентифікації в темряві.
- Адаптивність одягу (наприклад, наявність внутрішнього жилету з можливістю зняти верхню частину комбінезона)

Одним із ключових принципів створення одягу для високогірного альпінізму є концепція багатошарової системи (Layering System), яка забезпечує оптимальний мікроклімат тіла за умов різких перепадів температур, вологості та фізичних навантажень. Застосування багатошарової системи дозволяє гнучко регулювати теплообмін залежно від фізичного навантаження. Наприклад, під час активного руху альпініст може зняти проміжний шар, щоб уникнути перегріву, а в умовах сильного холоду – додати утеплення. Це мінімізує ризики гіпотермії чи перегріву, що є критичними для безпеки на великих висотах.

Важливість багатошарової системи підтверджена практикою провідних світових та українських брендів outdoor-одягу – The North Face, Patagonia, Mammut, Turbat, Rock Front

Багатошарова система є основою сучасного функціонального підходу до проектування альпіністського одягу, адже вона забезпечує:

- підтримання сталого мікроклімату незалежно від висоти та погодних умов;
- ефективне відведення вологи й запобігання переохолодженню;
- можливість регулювання терморежиму шляхом комбінування шарів;
- зменшення ваги спорядження завдяки оптимізації матеріалів і конструкцій.

Отже, система багатошаровості одягу (Layering System) зазвичай включає такі елементи:

Базовий шар (base layer) – перший шар, який безпосередньо контактує зі шкірою. Основна функція – терморегуляція, відведення вологи від тіла задля запобігання переохолодженню. Найчастіше використовується синтетичний трикотаж із поліестеру або мериносової вовни (Polartec® Power Dry, Merino Wool), які швидко висихають і не вбирають запахів.

Проміжний/ізоляційний шар (mid layer) – служить для утримання тепла, має малу вагу, високі теплоізоляційні властивості, високі показники стискуваності. (Primaloft®, Polartec® Alpha, пухова або синтетична ізоляція). Цей шар регулює теплообмін між тілом та зовнішнім середовищем, зберігаючи комфорт навіть при екстремальних мінусових температурах.

Захисний шар (outer/hard shell) – основний бар'єр від вітру, опадів і механічних пошкоджень. Використовуються мембранні матеріали (Gore-Tex®, eVent®, Sympatex®), які забезпечують водонепроникність і водночас «дихання» тканини - здатність виводити пару назовні, запобігаючи накопиченню вологи під одягом. [12, 13]

Високогірний альпінізм вимагає екіпірування, що поєднує захист від екстремальних умов, легкість, функціональність і міцність. Багатошарова система одягу забезпечує терморегуляцію, захист від холоду та вітру, а також комфорт під час тривалих сходжень. Використання інноваційних матеріалів та технологій сприяє підвищенню ефективності альпіністського одягу. Особливу увагу слід приділяти ергономіці та спеціальним конструктивним рішенням, які підвищують комфорт у екстремальних умовах.

1.1.3. Аналіз конструктивних рішень сучасних моделей провідних брендів

Світовий ринок одягу для високогірного альпінізму представлений низкою провідних брендів, які спеціалізуються на розробці та виробництві технологічного спорядження, здатного забезпечити максимальний комфорт, безпеку та захист в екстремальних умовах. Ці компанії постійно вдосконалюють свої технології, використовуючи передові матеріали та конструктивні рішення, що дозволяють альпіністам досягати вершин висотою понад 7000 метрів.

У ході дослідження були обрані найбільш відомі світові бренди одягу для альпіністів та їхні найпопулярніші моделі, що часто є вибором №1 досвідчених спортсменів для використання під час висотних сходжень.

До аналізу включено:

- Arc'teryx – куртка Alpha SV Jacket, штани Theta AR Pants;
- The North Face – куртка Summit L5 FUTURELIGHT Jacket, штани Summit Series Bib Pant;
- Kailas – куртка 8000GT Down Jacket, комбінезон Kailas Mont-Wstp Down Suit Men's;
- Rab – комбінезон Expedition 8000 Suit.
- Mammut – штани Nordwand Advanced Pants;

Такий вибір брендів і моделей дозволяє дослідити сучасні конструктивні рішення та технології у сфері одягу для високогірного альпінізму, що

забезпечують захист, комфорт та функціональність у найекстремальніших умовах.

Щоб зрозуміти переваги та недоліки даних моделей саме з конструкторської точки зору, потрібно подивитися на них через призму певних параметрів. Розглянемо виріб умовно «розклавши» його на складові за такими категоріями:

1. Крої та лекала - анатомічність, ергономіка, конфігурація деталей.
2. Мембрани, тканини, утеплення - які комбінації матеріалів використані, їх паропроникність, водозахист, зносостійкість; пухові чи синтетичні, локальне чи суцільне утеплення, багатошаровість.
3. Шви та обробка - тип швів, наявність термозварювання, проклейки, підсилених зон.
4. Додаткові конструктивні елементи - капюшони, кишені, вентиляційні отвори, сумісність зі спорядженням.
5. Модульність і трансформація – чи передбачені знімні елементи, вставки, багатофункціональні деталі.

Такий підхід дозволить не просто описати модель, а й зрозуміти, як вона сконструйована й чому працює в екстремальних умовах.

1. *Arc'teryx* – один із провідних брендів, що спеціалізується на виробництві високотехнологічного одягу для екстремальних умов. Його продукція відома своєю надійністю, інноваційним підходом до дизайну та використанням передових матеріалів, таких як мембрани GORE-TEX. Зокрема, серія *Alpha SV Jacket* та *Nuclei FL Jacket* є популярними серед альпіністів, що здійснюють сходження у високогірних умовах [7].

Куртка Arc'teryx Alpha SV Jacket має анатомічний крій із артикуляційними панелями на ліктях та плечах, що забезпечує максимальну свободу рухів під час альпіністських сходжень і роботи зі спорядженням. Такий крій дозволяє виконувати технічні маневри без обмежень і мінімізує дискомфорт від складок тканини під рюкзаком чи системою страхування. Основний матеріал куртки — GORE-TEX PRO ePE, який поєднує

водонепроникність та високу паропроникність. Тканина виготовлена з 100 % переробленого нейлону з ripstop-структурою для підвищеної зносостійкості, а обробка DWR забезпечує відштовхування води та снігу без втрати паропроникності. Куртка не має внутрішнього утеплення і призначена для використання як зовнішній shell-шар у багатошаровій системі одягу, що дає змогу поєднувати її з середніми шарами різної товщини залежно від погодних умов [19].

Шви повністю проклеєні (seam-sealed), а в зонах підвищеного тертя – на плечах та ліктях – використані більш щільні матеріали для підвищення довговічності.

Додаткові конструктивні рішення включають:

Кишені: дві бічні кишені з водонепроникними блискавками, внутрішні сітчасті «drop-пакети» для дрібних предметів.

Капюшон: регульований StormHood™, сумісний зі шоломом, забезпечує повний захист голови та обличчя.

Вентиляційні системи: вентиляційні блискавки під пахвами для швидкого та ефективного регулювання температури під час інтенсивного руху.

Інтеграція кріплень для спорядження: петлі для кріплення до черевиків або льодоступів, що підвищує сумісність із технічним обладнанням.

Штани Arc'teryx Theta AR Pants розроблені спеціально для високогірного альпінізму та активного використання в складних погодних умовах. Вони мають анатомічний крій з артикуляційними панелями на колінах та стегнах. Конструкція штанів передбачає комбінування різних матеріалів у різних зонах, що дозволяє поєднувати зносостійкість і комфорт, а також адаптувати штани до використання з різними середніми шарами одягу. Для забезпечення високого рівня захисту від вологи та вітру використано N80p-X GORE-TEX® Pro 3L, яка гарантує водонепроникність і паропроникність, а також зносостійкість навіть у суворих умовах. Шви штанів проклеєні, що виключає проникнення води та підвищує довговічність виробу. Зони підвищеного тертя – коліна та сідниці – підсилені для додаткового захисту та стійкості до механічних навантажень [20].

Штани оснащені вентиляційними отворами під блискавками, які забезпечують ефективне відведення тепла та вологи під час інтенсивної активності. Для більшої функціональності передбачено дві бічні кишені з водонепроникними блискавками та петлі для кріплення до черевиків або льодоступів. Внутрішнього утеплення немає, що дозволяє поєднувати штани з різними середніми шарами одягу залежно від температури та активності. Особливо привабливими характеристиками штанів є сумісність із іншими елементами екіпірування Arc'teryx, а також артикуляційні панелі та система вентиляції, які забезпечують оптимальний баланс між захистом і рухливістю.

2. The North Face/ Компанія The North Face [14,15] пропонує широкий вибір екіпірування для альпінізму. Найвідомішими моделями для висотних сходжень є куртка Summit L5 FUTURELIGHT Jacket та штани Summit Series Bib Pant. Куртка виконана на базі анатомічних лекал із вираженим ергономічним кроєм: рукави та плечова зона (є версія - без плечових швів) профільовані під роботу зі спорядженням та активні рухи. Використано комбінування панелей – у зоні пахв і плечей застосовані вставки, що підвищують рухливість та не обмежують підйом рук із рюкзаком чи льодорубом. Модульних або знімних частин у базовій версії немає, проте конструкція дозволяє легко інтегрувати додатковий шар або підкладку, що пррстібається.

Основний матеріал – тришарова наномембрана FUTURELIGHT, що поєднує високий рівень водонепроникності та дихаючості, адаптований до тривалого навантаження й роботи у вологих умовах. Тканина зносостійка: плечі та рукави виконані зі щільнішого ламінату для протистояння тертю з лямками рюкзака та обв'язкою. Комбінації softshell+hard shell у цій моделі немає (без утеплення), але різна товщина ламінату по зонах створює схожий ефект. Модель є зовнішньою оболонкою (hard shell) без утеплення; вона призначена для використання як верхній шар у багатошаровій системі. Завдяки простору крою та низькій вазі легко поєднується з пуховими або синтетичними середніми шарами. Локального утеплення немає, але внутрішня поверхня

приємна на дотик і не прилипає до підодягу. Усі шви проклеєні, що гарантує герметичність. Використано мінімальну кількість швів у зонах потенційного тертя – наприклад, по плечах та боках вони зміщені, щоб зменшити дискомфорт від рюкзака чи системи страхування. Підсилені зони реалізовані через більш щільний матеріал на плечах та рукавах, а не додаткові накладки, що дозволило знизити вагу. Кишені: розташовані вище лінії поясу, щоб залишатися доступними у системі страхування або зі спорядженням на поясі. Капюшон: регульований у трьох площинах, сумісний із каскою, має жорсткий козирок. Вентиляційні системи: довгі двонапрямні блискавки під пахвами для швидкого охолодження без зняття куртки.

Спеціалізованих петель чи кріплень для спорядження в моделі немає, але конструкція кишень і манжет дозволяє безперешкодно працювати зі спорядженням та рукавицями.

Куртка є прикладом сучасного hard shell для альпіністських сходжень: поєднання наномембрани, продуманого ергономічного крою та мінімалістичного дизайну забезпечує високий рівень захисту, мобільності й сумісності зі спорядженням. Єдине обмеження цієї моделі – відсутність внутрішнього утеплення, що передбачає використання додаткового середнього шару для адаптації до різних температурних умов. Роль цієї куртки – захист від вітру і вологи.

Штани Summit Series Bib Pant мають анатомічний крій, що забезпечує свободу рухів під час сходжень. Використано артикуляційні панелі (articulated patterning) у колінній та стегновій зоні для полегшення рухів. Модульних або трансформованих частин у стандартній версії немає.

Основний матеріал – мембрана GORE-TEX® 3L, що забезпечує водонепроникність і паропроникність. Тканина виготовлена з 100 % переробленого нейлону з ripstop-структурою для підвищення зносостійкості. Обробка DWR дозволяє відштовхувати воду та сніг, не знижуючи паропроникності. Штани не мають внутрішнього утеплення, оскільки

призначені для використання як зовнішній шар (hard shell). Це дає змогу поєднувати їх із середніми шарами різної товщини залежно від погодних умов.

Шви повністю проклеєні. В зонах з високим тертям – на колінах та низу штанин – використано щільніші матеріали для підвищення довговічності. Конструкція штанів мінімізує дискомфорт під час носіння рюкзака та системи страхування.

Передбачено дві бічні кишені з водонепроникними блискавками; внутрішні сітчасті «drop-пакети» для дрібних предметів.

Вентиляційна система Chimney Venting™ з сітчастими вентиляційними отворами на зовнішній стороні стегон дозволяє ефективно регулювати температуру під час активного руху. Також артикулировані панелі частково сприяють терморегуляції.

Штани оснащені петлями для кріплення до черевиків або льодоступів.

Регульовані бретелі-підтяжки забезпечують фіксацію на талії та комфорт при тривалому використанні.

Штани Summit Series Bib Pant демонструють високий рівень конструктивної продуманості для альпіністських сходжень. Ергономічний анатомічний крій та артикуляційні панелі на колінах і стегнах забезпечують свободу рухів, система вентиляції дозволяє регулювати температуру, проклеєні шви та підсилені зносостійкі зони гарантують герметичність і довговічність виробу навіть у суворих умовах. Додаткові конструктивні елементи роблять штани максимально функціональними та сумісними з іншими елементами альпіністської екіпіровки. Серед можливих недоліків: відсутність внутрішнього утеплення обмежує використання штанів у дуже холодних умовах без додаткового середнього шару; бретелі та кріплення могли б бути більш адаптивними для швидкого регулювання у рукавичках. Загалом, конструкція штанів спрямована на поєднання захисту, мобільності та практичності.

3. Kailas - китайський бренд [16], який активно розширює свою присутність у сфері альпіністського одягу. Його модель 8000GT Down Jacket створена спеціально для висотних сходжень і є однією з найбільш продуманих з

точки зору ергономіки та захисту від холоду. Ще однією флагманською моделлю є Kailas Mont-Wstp Down Suit Men's - пуховий комбінезон, розроблений для найсуворіших умов високогірних сходжень. Завдяки використанню високоякісного гусячого пуху, мембранних тканин та ергономічного крою, ця модель забезпечує максимальний захист та комфорт на висотах понад 7000 метрів [17].

4. Rab/ Британський бренд Rab [18] спеціалізується на виготовленні утепленого одягу для екстремальних умов. Його куртки, такі як Neutrino Pro Jacket і Infinity Alpine Jacket забезпечують чудову теплоізоляцію, мають невелику вагу, що робить їх ідеальним вибором для тривалих сходжень.

Комбінезон Rab Expedition 8000 Suit призначений для високогірних сходжень, тому його конструкція та технологія виготовлення враховують специфічні вимоги до функціональності та довговічності. Виріб має анатомічні лекала з артикуляційними панелями на плечах, ліктях та колінах, що забезпечує свободу рухів. Колінна та ліктьова зони додатково формуються виточками та розведеннями для покращення рухливості під час згинання кінцівок.

Комбінезон виконаний з високотехнологічних багатошарових матеріалів. Зовнішній шар складається з міцного нейлону ripstop із водовідштовхувальним просоченням і мембраною для захисту від вологи та вітру. Утеплювальний шар - використовується локально та суцільно - високоякісний гусячий пух у критичних зонах забезпечує теплоізоляцію, синтетичні матеріали Primaloft® застосовані у місцях підвищеної вологості.

Шви комбінезона виконані термозварюванням та проклеюю. Це підвищує їх міцність та герметичність. Критичні ділянки (коліна, лікті, плечі) підсилені додатковими шарами тканини. Плоскі шви мінімізують тертя та підвищують комфорт при тривалому використанні.

Конструктивні деталі включають капюшон, сумісний із шоломом, регульовані манжети, вентиляційні отвори для контролю мікроклімату та багатофункціональні кишені з водонепроникними блискавками. Комбінезон передбачає кріплення для альпіністського спорядження, петлі для карабінів і

внутрішні пояси для фіксації під час активного руху. Знімні та регульовані елементи дозволяють адаптувати виріб до різних кліматичних та функціональних умов. Така конструктивно-технологічна комбінація забезпечує високу рухливість, теплоізоляцію та довговічність у складних умовах високогір'я.

5. Mammut – швейцарський бренд, заснований у 1862 році, що з початку виготовляв мотузки, а згодом перетворився на провідного виробника технічного outdoor-одягу, спорядження та взуття для альпінізму, гірських походів та екстремальних умов. [20] Його модель штанів Nordwand Advanced Pants призначена для високогірного альпінізму та роботи в екстремальних умовах. Конструкція анатомічна, з артикуляційними вставками на колінах і сідницях. Зони згину кінцівок посилені додатковими шарами тканини для підвищення зносостійкості та запобігання протирання.

Для виготовлення використані міцні мембранні матеріали (Gore-Tex® Pro або аналогічні), які поєднують водонепроникність із дихаючими властивостями. Внутрішні шви термозварені, а критичні ділянки проклеєні для підвищення герметичності та довговічності. Пояс і манжети регулюються, забезпечуючи щільне прилягання та можливість використання з альпіністським спорядженням.

Особливістю моделі є вентиляційні блискавки на стегнах для контролю мікроклімату, сумісність із високими альпіністськими черевиками, а також знімні та регульовані внутрішні вставки для адаптації до різних погодних умов. Штани мають багатофункціональні кишені з водонепроникними блискавками та петлі для кріплення спорядження.

Як бачимо, незалежно від країни виробництва та окремих технологічних особливостей, спільною ознакою сучасного високотехнологічного альпіністського одягу провідних брендів є поєднання ергономічності, багатошаровості, технологічності матеріалів, високої зносостійкості та функціональності. Ці характеристики забезпечують максимальний захист, комфорт і мобільність у найекстремальніших умовах високогірних сходжень.

1.1.4 Формування морфологічної матриці ознак верхнього одягу для альпіністів

Морфологічний аналіз – один із методів структурованого аналізу та пошуку оптимального варіанту конструкції виробу шляхом систематизації його основних ознак та варіантів їх реалізації.

Морфологічна матриця – це систематизована підбірка даних, у якій перелічені основні ознаки (параметри) об'єкта проєктування та можливі варіанти їх реалізації. У процесі конструювання, проєктування одягу ці дані використовується для 1) узагальнення інформації про можливі форми, матеріали, конструктивні рішення; 2) аналізу, порівняння й вибору оптимального поєднання конструктивних, технологічних і естетичних характеристик виробу; 3) створення концепції моделі, що відповідатиме споживчим і виробничим вимогам.

Верхній одяг для альпіністів характеризується поєднанням високих захисних властивостей, мінімальної ваги та мобільності. Формування морфологічної матриці дозволяє визначити основні компоненти виробу (силует, конструкцію, матеріали, систему застібок тощо) та їх можливі варіації, що відповідають умовам високогірного середовища (низькі температури, вітер, опади, механічні навантаження, ультрафіолетове випромінювання) (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Морфологічна матриця ознак верхнього одягу для альпіністів

№	Ознака (параметр)	Можливі варіанти реалізації
1	2	3
1	Вид виробу	Куртка анорак; куртка з центральною застібкою, парка експедиційна, штормова куртка (Shell); комбінований комплект (куртка+штани/напівкомбінезон); цільний утеплений костюм.

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
2	Призначення	Захист від холоду; захист від вітру; захист від вологи (сніг, дощ); вентиляція та терморегуляція; зручність руху при лазінні
3	Силует виробу	Напівприлягаючий; вільний; прямий із регульованими елементами
4	Довжина виробу	До лінії стегон; подовжена; до середини стегна
5	Конструктивні особливості	Кількість шарів (одно-, дво-, тришаровий комплект) Посилені ділянки (лікть, плечі, коліна, сидниця) Система блискавок (центральна, бокові, вентиляційні) Манжети Спеціальний конструктивний вузол для справляння природних потреб (для напів/комбінезонів)
6	Конструкція рукава	Вшивний реглан; комбінований (вшивний + ластовиця); цільновикроєний із підрізом
7	Комір	Високий стійка; стійка-комір; інтегрований каптур із вітрозахисним екраном
8	Каптур	Знімний; незнімний; анатомічний із регулюванням по об'єму, із жорстким козирком
9	Тип застібки	Блискавка тракторна двостороння; блискавка з вітрозахисним клапаном; комбінована (блискавка + липучка/кнопки), текстильна застібка (Velcro), магнітні кнопки, класичні кнопки

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
10	Матеріал верху	Мембранна тканина (Gore-Tex®, Sympatex®, eVent®); нейлон Ripstop; поліамід із водовідштовхувальним просоченням (DWR); посилювальні вставки з Cordura, Kevlar
11	Матеріал утеплювача	Синтетичний Primaloft®; Polartec Alpha®; натуральний пух високої якості (Down 800+); комбінований пух-синтетика, Climashield, синтетичні аналоги
12	Тип утеплення	Знімне, незнімне, локальне утеплення в зонах тіла, модульна система шарів
13	Матеріал підкладки	Поліестерова сітка; нейлон гладкий; фліс Polartec®; трикотажна основа
14	Захист швів	Герметизація термострічкою; ультразвукове зварювання; проклеювання, класичні ниткові шви, комбіновані методи
15	Регулювання об'єму	Регулювання об'єму талії та подолу, еластичні куліски; застібки на текстильній застібці (Velcro®); еластичні вставки
16	Кишені	Нагрудні зовнішні/внутрішні; внутрішні сітчасті для аксесуарів; бокові утеплені; верхні для навігатора/рації, на рукаві, зовнішні об'ємні
17	Система вентиляції	Пахвові блискавки; вентиляційні клапани з сіткою; мембранні вставки, вентиляційні отвори (в пахвових зонах, на спині, у кишенях)
18	Додаткові елементи	Світловідбивальні вставки; снігозахисна спідниця; посилення на ліктях та плечах; логотип бренду (термодрук, вишивка, нашивка), модульні елементи (кріплення для спорядження, петлі, карабіни)

Кінець таблиці 1.3

1	2	3
19	Колірне рішення	Сигнальні кольори (червоний, помаранчевий, лайм - для видимості в горах); темні функціональні кольори (чорний, графітовий, синій); комбіновані рішення для візуального поділу зон (з яскравими вставками)
20	Вага виробу	До 1,5 кг (для сходження 7000 м); до 2,5 кг (для базових таборів); легкий варіант 1,0 кг (shell-куртка)

Вибір між цільним комбінезоном і окремою курткою та штанами залежить від кількох ключових факторів: висоти, погодних умов, тривалості сходження та індивідуальних переваг.

Цільний комбінезон забезпечує найвищий рівень захисту від холоду та вітру, оскільки відсутні проміжки між верхньою та нижньою частинами одягу, через які може проникати холод. У таких моделях зазвичай використовуються герметичні шви та максимальне утеплення, що є критично важливим на висотах понад 7000–8000 метрів. Недоліком залишається складність у швидкому зніманні чи вдяганні комбінезона, обмежені можливості вентиляції та незручність під час задоволення природних потреб у гірських умовах.

Комплект із куртки та штанів є більш універсальним рішенням. Він дозволяє гнучко адаптуватися до зміни погодних умов і рівня фізичного навантаження, дає змогу регулювати утеплення окремо для верхньої та нижньої частин тіла, а також спрощує обслуговування альпініста впродовж тривалого маршруту. Разом із тим, у зоні поясу необхідно забезпечувати додаткову герметизацію, щоб уникнути втрат тепла й проникнення вологи чи снігу.

Таким чином, для висотних сходжень на рівні «вісімитисячників» доцільніше застосовувати цільний комбінезон, який гарантує максимальний тепловий захист і герметичність. На шляху до вершини, під час менш екстремальних переходів (3000–6000 м) практичнішим є комплект із куртки та

штанів, що забезпечує свободу регулювання мікроклімату й підвищує комфорт під час сходження.

Оскільки однією з критичних вимог є мінімальна вага спорядження, сучасні виробники пропонують гібридні моделі, які поєднують переваги обох систем та дозволяють трансформувати комбінезон у двокомпонентний комплект.

1.2. Проектування моделей сімейства виробів для альпіністів

Сукупність моделей одного виду та функціонального призначення, які розроблені на основі єдиної базової конструкції називають «сімейством».

У межах даної роботи основна увага приділяється «сімейству» моделей зовнішнього (захисного) шару одягу для альпіністів (hard shell), а саме утепленому комбінезону з високотехнологічних матеріалів (FUTURELIGHT™, Spectra® ripstop, FlashDry™, ProDown™ з DWR-обробкою).

На основі допроектних досліджень було розроблено базову модель виробу, яка відповідає вимогам, технічному завданню на розробку чоловічого альпіністського комбінезону. Технічний рисунок виробу представлений на рисунку 1.8.

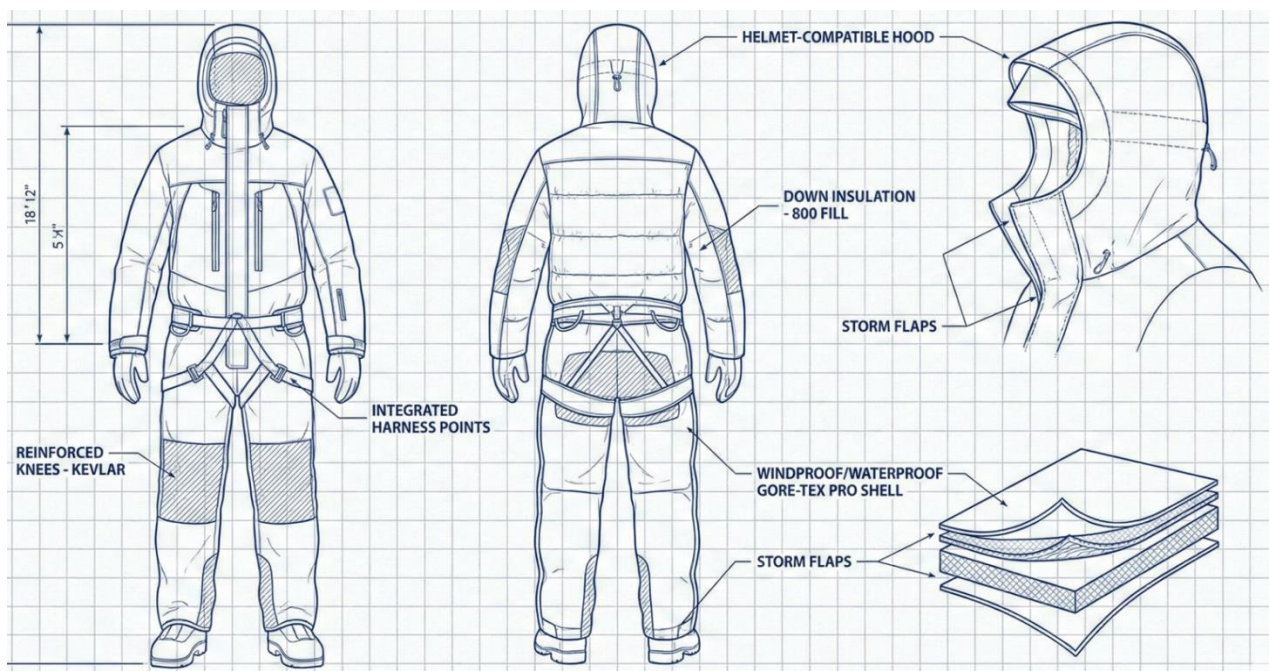


Рисунок 1.8 – Технічний рисунок комбінезону для високогірних альпіністів

Опис художньо-технічного оформлення базової моделі альпіністського комбінезона.

Комбінезон високогірний, чоловічий (унісекс), призначений для використання в умовах екстремально низьких температур, сильного вітру та зниженої атмосферної вологості на висотах 6000-8000 м. Виріб розроблений як зовнішній утеплений шар системи багатошарового альпіністського одягу (hard shell + insulated shell) та призначений для носіння поверх базового та середнього шарів.

Комбінезон пуховий спеціалізований, прямого силуету з конструктивними прибавками на пакет матеріалів та свободу руху. Виріб виконаний з мембранної багатошарової тканини з високим вітрозахистом, водонепроникністю та паропроникністю. Зовнішня тканина легка, з ripstop-структурою, стійка до стирання та механічних пошкоджень. У якості утеплювача використано високоякісний пух ProDown (900 fill) у поєднанні зі стратегічно розміщеною синтетичною теплоізоляцією у зонах підвищеної вологості та рухливості. Передбачена ергономічна посадка під використання декількох шарів одягу.

Виріб оснащений центральною наскрізною застібкою-блискавкою з трьома бігунками та збільшеними пулерами, яка проходить від верху стійки капюшона капюшона вниз вертикально по центру пілочки, через кроковий шов і переходить на задню частину виробу до рівня попереку. Всередині застібка оформлена утепленим клапаном вздовж лінії розкривання. Це забезпечує функцію основного заднього санітарного клапана без розриву теплового контуру. На передній частині блискавка закрита асиметричним (широким зверху й звуженим до паху) зовнішнім вітрозахисним клапаном, утепленим синтетичним наповнювачем для усунення холодних зон. Клапан є частиною правої пілочки та фіксується текстильною застібкою.

Передня частина виробу (пілочка) має складне конструктивне рішення з використанням подовжених рельєфних швів, симетрично розташованих відносно центральної застібки. Шви беруть початок від лінії горловини,

проходять майже вертикально (з поступовим відхиленням вбік) через зону грудей і плавною дугою відводяться у бік, завершуючись у бічних швах на рівні лінії кроку. Така конфігурація швів дозволяє створити ергономічний об'єм у ділянці тулуба та забезпечує зручне розташування у шві функціональних нагрудних кишень та спеціального додаткового вузла фронтального санітарного доступу. Розташування кишень (лінія грудей) та реліф вузла (лінія стегон) адаптоване для використання сумісно зі страхувальною системою та рюкзаком.

Задня частина комбінезона – спинка – складається з верхньої (1 деталь без центрального шва) та нижньої частин (2 деталі штанин) з'єднаних по лінії талії.

Рукав вшивний, на природньому місці, двшовний, анатомічної форми. В передньому шві рукава розташовані вентиляційні блискавки з сітчастими вставками вздовж лінії розкривання. Конструкція рукава повторює природний вигин руки, що зменшує кількість складок матеріалів, запобігає втомі під час тривалого утримання льодоруба та роботи з мотузкою. Низ рукава оформлений еластичною манжетою зі стрейч-трикотажу з технологією FlashDry та петлею для великого пальця для запобігання підмерзанню і сумісності з рукавичками. Ширина низу рукава регулюється патою на текстильній застібці Velcro.

Нижня частина комбінезона має ергономічний крій. На деталях штанин пілочки у зоні колін спроектовано конструктивні виточки (по дві пари на кожній штанині), які створюють необхідний об'єм для вільного згинання ноги без натягу тканини.

Вшитий капюшон об'ємний, утеплений, сумісний з альпіністським шоломом та кисневою маскою, із регулюванням по об'єму та глибині. Високий утеплений комір-стійка капюшона створює додатковий захист від вітру та обмороження обличчя. Внутрішня частина капюшона виконана з дихаючої синтетичної теплоізоляції для відведення вологи.

Для підвищення зносостійкості передбачені накладки з високоміцної тканини типу Cordura або Kevlar у зонах найбільшого тертя: на колінах, у

ділянці сідниць, в зоні пояса під обв'язку та на внутрішній частині низу штанин для захисту від пошкоджень альпіністськими кішками.

Комбінезон оснащений внутрішньою підтримувальною системою у вигляді регульованих лямок з пристібними фас тексами, вшитими всередині по лінії талії для стабілізації посадки виробу та розподілу ваги.

Основні зовнішні конструктивні шви (з'єднання рукавів, бічні шви, крокові шви, шви рельєфів) виконані міцним з'єднувальним швом та герметизовані з виворітного боку водонепроникною термоклейовою стрічкою. З'єднання в зонах високого навантаження посилені додатковими закріпками. Рекомендовані розміри: 48–54, зріст 170–182 см.

1.2.1 Розробка базової моделі комбінезона для високогірних умов

Базова конструкція комбінезона для високогірного альпінізму розробляється на основі комплексного аналізу умов експлуатації виробу в екстремальних середовищах, вивчення характерних рухів альпініста під час підйому та спуску, а також урахування динамічних змін лінійних розмірів тіла при «багатошаровості» одягу. Типові рухи альпініста під час сходження - згинання кінцівок, підйом рук над головою, присідання, робота зі спорядженням. Для цього застосовується ергономічне членування деталей із використанням анатомічного крою (передбачення запасів на свободу рухів, зміщені шви, регульовані манжети, вентиляційні блискавки тощо).

Важливим етапом є визначення особливостей взаємодії людини зі спеціальним спорядженням (льодорубом, рюкзаком, системою страхування, кішками, кисневою маскою), що потребує підвищеної свободи облягання та спеціальних конструктивних рішень у ділянці плечового поясу, колін, ліктів та сидіння.

Конструкція комбінезона також формується з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалів верхнього шару (hard shell), утеплювача та підкладкових матеріалів. Мембранні тканини (GORE-TEX Pro, Pertex Shield Pro, Sympatex) вимагають мінімізації кількості швів та застосування технологій

герметизації, а об'ємні утеплювачі (пух 900 FP, PrimaLoft Gold, Polartec Alpha) – закладання припусків на пакування, збереження теплової «повітряної зони» та компенсаційних надбавок (Додаток А.2).

Під час формування базової конструкції враховано:

- зміни об'єму тіла при використанні трирівневої системи одягу (base layer - mid layer - outer layer);
- необхідність збільшеної свободи руху у плечовому поясі та колінних суглобах;
- потребу у зональному утепленні та можливості доступу до страхувальної системи;
- вимоги до спеціальних вузлів - зокрема, до конструктивно інтегрованого «drop-seat» (вузол для справляння природних потреб), який повинен забезпечувати герметичність і можливість використання в рукавицях;
- особливості використання кисневої маски та штурмових рукавиць, що впливають на конструкцію капюшона та манжетів.

Перед побудовою базової конструкції було виконано розрахунок основних лінійних вимірів, що враховує антропометричні показники типової групи споживачів (чоловіки 30–55 років, зріст 170–182 см, розміри 96–108), а також необхідні надбавки на рухливість (розширення зон плечей, грудей, ліктьових та колінних ділянок) та багатошаровість. (Додаток А.3)

Розрахунок лінійних вимірів для побудови базової конструкції комбінезона наведено в таблиці 1.4.

При розробці базової конструкції комбінезона для високогірних умов застосована комбінована методика, яка ґрунтується на таких підходах:

1. Антропометрична база ДСТУ та Європейських стандартів

В основі розрахунку - антропометричні дані дорослого чоловічого населення, що відповідають: ДСТУ ISO 8559-1:2019 «Одяг. Антропометричні дані тіла людини»; Європейським антропометричним таблицям EN 13402.[22] Це дозволяє використовувати усереднені показники для цільової групи користувачів (альпіністи, висотники, рятувальники).

Таблиця 1.4 - Розрахунок лінійних вимірів для побудови базової конструкції комбінезона

№	Назва виміру (позначення)	Базове тіло- вимірюва ння, см	Надбав ка на шари, см	Надбав ка для рухлив ості, см	Констр уктивн а надбав ка, см	Підсумкове конструкти вне значення, см
1	Зріст	176.0	—	—	—	176.0
2	Обхват грудей	104.0	6.0	4.0	1.0	115.0
3	Обхват талії	92.0	5.0	3.0	1.0	101.0
4	Обхват стегон	104.0	6.0	3.0	1.0	114.0
5	Довжина спини (шия–талія)	45.0	1.0	1.0	0.5	47.5
6	Ширина плеча	16.0	2.0	1.0	0.5	19.5
7	Ширина спини	45.5	1.0	1.0	0.5	48.0
8	Довжина рукава (від с.м. по спині до зап'ястя)	83.0	2.0	2.0	0.5	87.5
9	Довжина рукава від початку плечового скату до зап'ястя	61.5	2.0	2.0	0.5	66.0
10	Глибина пройми	25.0	1.0	1.0	0.5	27.5
11	Обхват плеча	36.0	2.0	2.0	0.5	40.5
12	Обхват ліктя	32.0	1.5	1.5	0.5	35.5
13	Обхват зап'ястя	18.0	0.5	0.5	0.2	19.2
14	Обхват стегна	60.0	3.0	2.0	0.5	65.5
15	Обхват коліна	44.0	2.0	1.5	0.5	48.0
16	Обхват литки	38.0	1.5	1.0	0.5	41.0
17	Довжина внутрішнього шва	80.0	1.0	1.0	0.5	82.5
18	Висота кроку	31.0	1.0	0.5	0.5	33.0
19	Обхват шиї	40.0	1.0	0.5	0.5	42.0
20	Ширина шиї ззаду	14.0	0.5	0.5	0.3	15.3

2. Методика конструктивно-параметричного моделювання

Для перетворення антропометричних вимірів у конструктивні були застосовані принципи конструктивно-параметричного методу побудови одягу (перетворення антропометричних ознак у конструктивні відрізки), що передбачає отримання розрахункових величин шляхом додавання до натуральних вимірювань тіла людини (антропометричних ознак) системи конструктивних прибавок. Розрахунок виконується за узагальненою формулою:

$$R = M + P_s h + P_r + P_k, \text{ де}$$

M — базове антропометричне вимірювання — усереднені антропометричні показники для цільової групи (чоловіки M , 170–182 см), взяті як орієнтир при конструюванні. (Додаток А.3)

$P_s h$ — надбавка на багат шарову систему – величина, що компенсує товщину базового + середнього шару (термобілізна, проміжний утеплювач) та місцеві вкладиші (наприклад, жилет). У важких експедиційних моделях ця надбавка істотніша.

P_r — надбавка на рухливість — додається у зонах, де потрібна більша свобода рухів (плечі, рукави, коліна).

P_k — конструктивна (технологічна) надбавка — охоплює технологічні припуски, оздоблювальні та посадкові поправки, необхідні для зручності підгонки та обробки швів.

Підсумкове конструктивне значення (Додаток А.3) - базове тіло-вимірювання + сума надбавок; ці значення використовуються при побудові лекал та шаблонів (з подальшими перевірочними примірками).

3. Методика врахування багат шарової системи одягу (Layering System Allowance)

Оскільки комбінезон належить до зовнішнього (hard shell) захисного шару, надбавки встановлювались після аналізу товщини базового шару (термобілізна), товщини середнього шару (фліс/пуховий жилет/синтетичний утеплювач), місцевих вкладок (жилет-система, наплічні елементи, розширення під ремені кисневого обладнання та альпспорядження).

4. Методика конструктивного балансування виробу - для забезпечення правильного розподілу довжини переду/спинки, збалансованої посадки під рюкзаком та альпспорядженням, оптимальної довжини рукавів і штанин при піднятті кінцівок. (Додаток А.2)

У роботі для побудови базової конструкції комбінезона використано метод ЄМКО СЕВ, оскільки він забезпечує високий рівень точності, дозволяє врахувати антропометричні особливості фігури, забезпечує ергономічність рухів та придатний для конструкцій захисного й багатошарового одягу. Методика включає математично обґрунтовані формули та уніфіковані правила побудови конструктивних ліній, що дає змогу створити надійну та функціональну конструкцію виробу.[29]

1.2.2. Розробка ескізів та креслеників моделей-модифікацій базової моделі.

Розробка ескізів та креслеників моделей-модифікацій базової моделі представлена у Додатоку А.4.

1.3. Нормування матеріалів на базову модель

Нормування матеріалів є обов'язковим етапом у процесі проєктування швейних виробів, оскільки воно дозволяє визначити фактичну кількість матеріалів, необхідних для виготовлення базової моделі комбінезона, оптимізувати витрати та оцінити економічну доцільність її виробництва.

Для пошиття утепленого комбінезона типу outer/hard shell використовуються:

- 1) армована тканина верху - (Spectra® ripstop).
- 2) мембранний тришаровий матеріал (FUTURELIGHT™) - нижні рукави, сидіння, низ штанин;
- 3) рецикльований нейлоновий ripstop з DWR-фінішем у підкладках/зональному ламінаті
- 4) утеплювач 900-fill ProDown™ або синтетичний zonal insulation;

- 5) цільова (зональна) синтетична еластична ізоляція (stretch synthetic insulation) у комірці, внутрішній планці, спинці і внутрішній частині стегон
- 6) підкладкові матеріали (нейлон ripstop, сітка, FlashDry).
- 7) фурнітура технічного класу: морозостійкі двосторонні/двонаправлені блискавки зі збільшеними пулерами, текстильна застібка Velcro; блочки-фіксатори, резинка-шнур кругла, резинка пласка, кнопки металеві, світловідбивна стрічка.

Нормування виконувалося на основі довжини розкладки деталей БМ, ширини рулонних матеріалів та площі лекал, отриманих у процесі конструкторської розробки.

Розрахунок абсолютного показника матеріалоємності.

Абсолютний показник матеріалоємності виробу (М) визначається за формулою:

$$M = D_r \cdot \Pi$$

де:

D_r - довжина розкладки деталей комбінезона, м;
 Π - робоча ширина матеріалу (без кромки), м.

Для мембранної тканини FUTURELIGHT:

- довжина розкладки $D_r = 3,10$ м (за результатами комп'ютерної розкладки),
- робоча ширина матеріалу $\Pi = 1,20$ м.

$$M = 3,10 \cdot 1,20 = 4,65 \text{ м}^2$$

Отже, абсолютний показник матеріалоємності мембранного матеріалу становить $4,65 \text{ м}^2$.

Розрахунок витрат від розкрою.

Абсолютний показник головних витрат ($S_{b.p}$) від розкрою визначається за формулою:

$$S_{b.p} = M - S_{\text{лек}}$$

де:

M - абсолютний показник матеріалоємності виробу,

Слек - сумарна площа лекал (визначена програмою САПР).

Для БМ комбінезона:

$$\text{Слек} = 3,95 \text{ м}^2$$

Тоді:

$$\text{Св.р} = 4,65 - 3,95 = 0,70 \text{ м}^2$$

$$\text{У відсотковому значенні це: } \text{Св.р} * 100 / \text{М} \quad 0,7 * 100 / 4,65 = 15,05\%$$

Таким чином, міжлекальні витрати мембранної тканини становлять $\approx 15\%$, що є нормальним показником для складних багатодетальних виробів (комбінезон із анатамічний кроєм, капюшоном, вентиляцією та складними вирізами).

Нормування утеплювача.

Для пухового утеплювача ProDown або синтетичного Climashield/Primaloft витрати визначаються окремо:

Щоб розрахувати масу пухового утеплювача для одного утепленого комбінезона потрібно задати:

1й варіант

- площу утеплюваних деталей комбінезона A (м^2). В нашому випадку - площа утеплювача $\approx 3,30 \text{ м}^2$

- бажану середню товщину пухового шару h ($\text{см} \rightarrow \text{м}$). Товщина «ефективного шару пуху» по тілу в комбінезонах може бути від 2–3 см (легке утеплення) до 6–10 см у експедиційних моделях в областях тулуба. В нашому випадку 8 см.

- fill-power пуху - характеристика пуху, що показує, який об'єм (у кубічних дюймах) займає 1 унція ($\approx 28,35 \text{ г}$) пуху після його розпушування. Тобто чим вищий FP, тим більший об'єм дає одиниця маси пуху. В нашому випадку 900 FP, fill-power (FP) = зазвичай виражається у си (кубічні дюйми) in/oz (1 унція) = $\sim 520 \text{ см}^3/\text{г}$.

2й варіант

- альтернативно — прийняту *питому витрату* w (г/м²) для комбінезону – (практичніше для виробництва) середню витрату пуху на 1 м² утепленої поверхні (г/м²): легкий утеплений виріб: 50–100 г/м²; середній утеплений виріб / важка пухова куртка: 150–300 г/м²; експедиційний комбінезон: 200–350 г/м² (або більше в тулубній зоні).

Практичні зауваження і рекомендації.

Не слід проєктувати однакову товщину по всій площі комбінезона - економічніше концентрувати пух у зоні тулуба й ший.

У професійних комбінезонах практикується зональна комбінація: пух (високий FP) у торсі і рукавах, синтетика (PrimaLoft, Climashield) у зонах, що більш схильні до намокання. Тому загальна маса пуху буде меншою, ніж якщо б весь об'єм був пуховим.

Запас на втрати та простір камер. Потрібно врахувати технологічні втрати при набиванні (1–3 %), а також що пух у бокс-камерах «всмоктується» в об'єм, тому практичний витрата може бути трохи вищою за розрахункову.

Fill-power дуже важливий. Для одного і того ж об'єму, пух із більш високим FP дає значно меншу масу. Так, перехід з FP 800 на 900 зменшить масу приблизно на 11%.

Остаточний розрахунок завжди верифікується у процесі прототипування: набивання пухових камер до заданої висоти - loft, контроль маси наповнення та тест на теплоізоляцію.

Слек утеплювача загальна = 3,30 м², $h = 8$ см, $FP \approx 520$ см³/г

Утеплена загальна площа розглянутої в роботі БМ $A = 3,30$ м². Утеплення різниться зонально:

- торс = 70% площі з товщиною $h_{torso} = 8$ см = 0,08
- інші зони = 30% площі з товщиною $h_{other} = 3$ см = 0,03

Площі зон: $A_{torso} = 0,70 \cdot 3,30 = 2,31$ м²

$A_{other} = 0,30 \cdot 3,30 = 0,99$ м²

Об'єми зон у літрах (1 м³ = 1000 л):

$$V_{\text{torso}} = A_{\text{torso}} \cdot h_{\text{torso}} \cdot 1000 = 2,31 \cdot 0,08 \cdot 1000 = 184,8 \text{ л}$$

$$V_{\text{other}} = A_{\text{other}} \cdot h_{\text{other}} \cdot 1000 = 0,99 \cdot 0,03 \cdot 1000 = 29,7 \text{ л}$$

Об'єм 1 г пуху при заданому FP

Формула переходу $FP \rightarrow \text{л/г}$:

$$1. \quad 1 \text{ cu in} = 0.0163871 \text{ л}$$

$$2. \quad 1 \text{ oz} = 28.35 \text{ г}$$

Отже об'єм, який займає 1 г пуху при заданому FP:

$$v_g = \frac{FP (\text{cu in/oz}) \times 0.0163871 (\text{л/cu in})}{28,35 (\text{г/оз})} = FP \times 0,0005777 (\text{л/г})$$

$$= \sim 0,52 \text{ л/г}$$

Маса пуху (г), потрібна для об'єму V (л):

$$\text{wt (г)} = \frac{V(\text{л})}{v_g} = \frac{V}{FP \times 0,0005777}$$

$$\text{wt (torso)} = 184,8 / 0,52 = 355,39 \text{ г}$$

$$\text{wt (other)} = 29,7 / 0,52 = 57,12 \text{ г}$$

Загально пуху для комбінезона (зонами 70%/30%, FP=900) потрібно ≈ 413 г (приблизно 0,41 кг)

1.4 Розробка проєктно-конструкторської документації на БМ комбінезона для альпінізму

Розробка проєктно-конструкторської документації (ПКД) на базову модель утепленого мембранного комбінезона для високогірного альпінізму включає комплекс робіт, спрямованих на створення робочої технічної бази для подальшого виготовлення та впровадження виробу у виробництво. ПКД формується відповідно до вимог ДСТУ 3115-95, ДСТУ EN 13402 [22], та стандартів підприємства.

До складу ПКД входять:

- технічний опис моделі;
- ескіз виробу;

- базова конструкція та її графічна реалізація;
- специфікація деталей крою;
- технічні вимоги та допуски;
- таблиці розмірних параметрів
- технологічна послідовність виготовлення;
- норми витрат матеріалів
- комплект лекал.

Проектно-конструкторська документація на БМ комбінезона для альпінізму представлена у Додатку А.5.

1.4.1 Розробка комплекту лекал-еталонів на БМ

Лекала-еталони (або лекала-оригінали) - це основний технічний документ конструкторської підготовки виробництва, що являє собою точні креслення деталей швейного виробу, розроблені на середній розмір і зріст, з урахуванням усіх технологічних припусків на шви, підгин низу, усадку та упрацювання матеріалів. [28]

Розробка лекал-еталонів є вихідним етапом для перевірки якості конструкції, виготовлення робочих лекал та проведення технічного розмноження (градації) деталей на суміжні розміро-зрости. Якість посадки готового виробу та економічність розкладок безпосередньо залежать від точності побудови лекал-еталонів.

Враховуючи специфіку проєктованого виробу — пухового комбінезона для високогірного альпінізму — процес розробки лекал має низку конструктивних особливостей. При побудові контурів деталей, окрім стандартних технологічних припусків на зшивання (1,0–1,5 см), враховано специфічні припуски на пакет матеріалів (Пп.м.):

1. Припуск на огинання необхідний для компенсації товщини утеплювача (пух 900 FP). Розміри лекал верхніх деталей (тканини верху) збільшено відносно лекал підкладки на величину, що забезпечує вільне розташування пухового пакета без деформації та стиснення утеплювача

2. Припуск на технологічне упрацювання - коефіцієнт зменшення лінійних розмірів деталей внаслідок стягування тканини перегородками «теплих швів» та проклеювання швів герметизуючою стрічкою.[35], [36]

Відповідно до вимог нормативної документації, на кожну деталь комплекту лекал-еталонів нанесено маркування, що включає: найменування виробу та деталі, кількість деталей у крої, розмірні параметри (зріст-обхват грудей-обхват стегон), призначення матеріалу (верх, підкладка, утеплювач). Також на лекалах позначено напрямки нитки основи, контрольні надсічки для монтажу, лінії розмітки кишень, пухових камер та місць розташування фурнітури.[38]

Перед запуском у виробництво комплект лекал-еталонів проходить перевірку на поєднання зрізів деталей, що з'єднуються, та відповідність табелю мір готового виробу (Додаток А.6).

Таким чином, створення повного пакету проєктно-конструкторської документації (ПКД) на базову модель утепленого мембранного комбінезона є критично важливим етапом, що забезпечує перехід від теоретичного проєктування до практичної реалізації виробу в умовах промислового виробництва.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі дипломної роботи проведено комплексні допроектні дослідження та здійснено конструкторську розробку базової моделі одягу для високогірного альпінізму. На основі глибокого аналізу екстремальних умов експлуатації (наднизькі температури, шквальний вітер, гіпоксія) та вивчення фізіології споживачів було сформовано технічне завдання на проєктування виробу. Визначено, що найбільш ефективним видом одягу для таких умов є цільний утеплений комбінезон, який виступає зовнішнім захисним шаром у системі багатошарового екіпірування.

Аналіз провідних світових аналогів (Arc'teryx, The North Face, Kailas, Rab) та побудова морфологічної матриці дозволили обґрунтувати вибір конструктивно-технологічних рішень: використання мембранних матеріалів, зонального утеплення високоякісним пухом та синтетикою, а також інтеграцію специфічних функціональних вузлів, таких як санітарні клапани та об'ємний капюшон, сумісний з альпіністським обладнанням.

Практичним результатом розділу стала розробка базової конструкції чоловічого пухового комбінезона, яка враховує необхідні надбавки на товщину пакету матеріалів, свободу динамічних рухів альпініста та використання страхувальних систем. Проведено розрахунок матеріалоємності виробу, який показав, що для виготовлення одного комбінезона необхідно близько 4,65 м² мембранної тканини та 413 г пухового утеплювача (Fill Power 900) при оптимізованому зональному розподілі.

Завершальним етапом роботи стала підготовка комплексу проєктно-конструкторської документації, що включає технічний опис, специфікацію деталей, нормування матеріалів та розробку лекал-еталонів з урахуванням технологічних припусків. Це створює необхідну базу для впровадження розробленої моделі у виробництво та подальшого виготовлення дослідного зразка.

2. СПЕЦРОЗДІЛ

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСЬКОГО РЕЛІФ ВУЗЛА ДЛЯ СПРАВЛЯННЯ ПРИРОДНИХ ПОТРЕБ В ОДЯЗІ ДЛЯ ВИСОКОГІРНИХ АЛЬПІНІСТІВ

2.1. Аналіз існуючих конструктивно-технологічних рішень для забезпечення фізіологічного комфорту

Фізіологічний комфорт високогірного альпініста забезпечується виконанням ряду значних вимог до одягу (розглянуто вище), однією з яких є можливість справляння природних потреб без зняття більшості шарів екіпірування. В умовах висот понад 6000–7000 м, де температура може знижуватися до $-40...-50^{\circ}\text{C}$, а вітер перевищує 20–30 м/с, конструктивно-технологічні рішення одягу мають критичне значення в цій справі, розробляються особливо ретельно для зручності, безпеки життя та здоров'я спортсмена.

На світовому ринку існує обмежена кількість рішень доступу до тіла без повного/суттєвого зняття одягу, переважно створених для експедицій на 7000–8000 м.

2.1.1. Огляд систем типу full-length side zippers, relief zippers, drop seat, flap-систем у сучасному альпіністському одязі

1. Повні бічні блискавки (full-length side zippers) (рисунки 2.1).

Це блискавки, що йдуть уздовж бокової лінії штанини (від талії або паху/до низу ноги), інколи із двома бігунками для регульованого відкриття. Односторонні або двосторонні блискавки часто доповнені внутрішньою захисною планкою (storm flap) та зовнішнім клапаном. У комбінезонах/штанинах вони дають змогу швидко одягати/знімати виріб поверх черевиків або рюкзака, а також використовуються як вентиляційні прорізи.



Рисунок 2.1 – Система *full-length side zippers*

Такий спосіб має свої недоліки - охолодження нижньої частини тіла під час відкривання; ризик задування вітру через довгі роз'ємні шви; складність використання у рукавицях; незручність для жінок, через анатомічні особливості.

2. *Relief zippers* (реліф-/гігієнічні блискавки), рисунок 2.2.

Це блискавки, які дають можливість справляння природних потреб або швидкий доступ до внутрішніх шарів. Існує кілька підвидів: фронтальна (передня) «pee-zip», середня та горизонтальна .

Передні реліф-отвори «pee-zip» можуть бути виконані у вигляді горизонтальних, більш звичних нам, вертикальних коротких блискавок (у «lap» зоні), а також діагональних, фронтальних з додатковими клапанами, часто

невеликої довжини, щоб мінімізувати втрати тепла. Вони компактніші за повні бічні блискавки, що означає менші тепловтрати, та добре працюють у поєднанні з щільно прилягаючими комбінезонами.

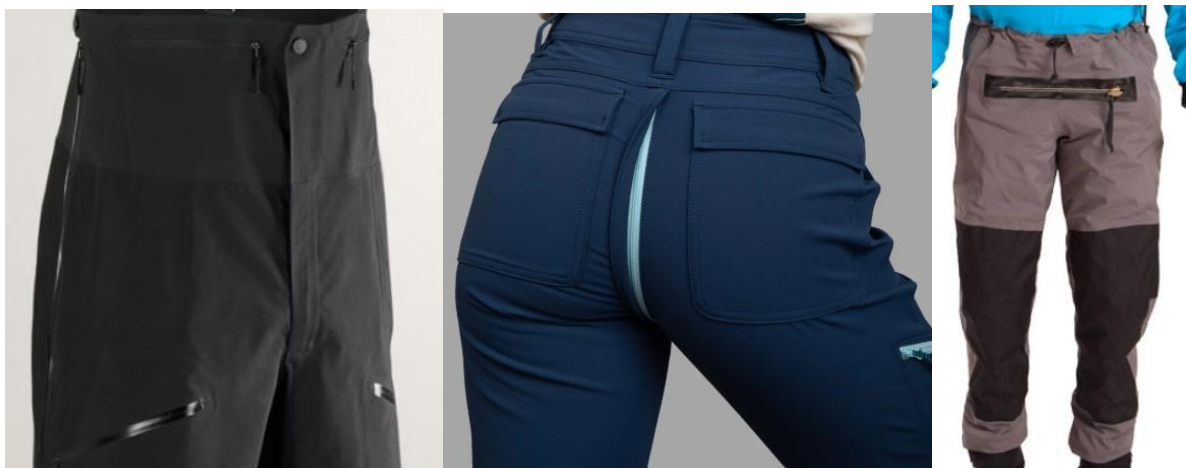


Рисунок 2.2 – Система *Relief zippers*

Однак, така система має свої недоліки: обмежений простір доступу (не завжди зручно у товстих рукавицях або з великою кількістю шарів) та потребують продуманої герметизації (стрічки, клапани) у мембранних виробках.

3. Системи «drop-seat»



Рисунок 2.2 – Система «drop-seat»

Система drop-seat – конструкція, коли частина задньої панелі (або «сидіння») робиться відкидною/знімною (через короткий замок або фіксатори), що дозволяє «опустити» задню частину одягу й зручно використати туалет. Як варіації можуть бути повністю відкидною задня панель із застібками або комбінована система з боковими та задніми клапанами.

Застосовуються переважно у жіночих комбінезонах середньої категорії складності, гірськолижному та трекінговому одязі. Такі системи мають свої переваги, а саме швидке використання та меншу довжину роз'єму ніж в бічних блискавках.

Однак, одяг з «drop-seat» непридатний для екстремальних температур, оскільки має недостатню ізоляцію – опущена панель призводить до експозиції великої площі та збільшує ризик охолодження, а при сильному вітрі припадає або вилітає назовні. Такий вузол складніше зробити герметичним у мембранах при високих вимогах до водо- та вітронепроникності.

4. *Flap-системи* (захисні клапани та подвійні планки), рисунок 2.3.



Рисунок 2.3 – *Flap-системи*

Flap (клапан, планка-підзор) – додатковий шар тканини, що закриває блискавку або розріз для посилення вітро- та водозахисту. У поєднанні з водонепроникними блискавками flap-системи дозволяють зменшити інфільтрацію вологи й знизити втрати тепла. Може бути одна або кілька планок з внутрішніми/зовнішніми застібками (велкро, кнопки) з термозапаяними швами, подвійні клапани (inner draft tube + outer storm flap).

Такі клапани покращують герметичність і захист від вітру/снігу; дають змогу використовувати блискавку для справляння природних потреб без суттєвих тепловтрат.

З недоліків - додають масу й складність конструкції, можуть ускладнювати швидкий доступ (потрібно відкривати кілька шарів) – що проблематично у екстрених ситуаціях.

5. Памперси, поглинаючі системи та експедиційні гігієнічні пакети.

Часто використовуються на фінальних відрізках підйому (наприклад, на Евересті вище 8000 м).

Переваги:

- мінімальний контакт із зовнішнім середовищем;
- не потребують розстібання одягу.

Недоліки:

- значний психологічний та фізичний дискомфорт;
- ризики переохолодження через вологість;
- потребують утилізації, повної заміни після використання.

2.1.2. Порівняльний аналіз конструктивних і технологічних особливостей існуючих систем вузла для справляння природних потреб в одязі для високогірних альпіністів

Порівняльний аналіз конструктивних і технологічних особливостей існуючих систем вузла для справляння природних потреб в одязі для високогірних альпіністів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз конструктивних і технологічних особливостей існуючих систем вузла для справляння природних потреб в одязі для високогірних альпіністів

Система	Конструктивна суть	Технологічні особливості (виготовлення)	Застосування
1	2	3	4
Повні бічні блискавки (full-length side zippers)	Довгі вертикальні блискавки вздовж штанини з двома бігунками, внутрішніми планками, іноді зовнішнім клапаном.	Потребує водонепроникних блискавок (YKK Aquaguard/Vislon) або звичайних із обов'язковими storm flaps. Термозапаяні шви по всій довжині — великий обсяг роботи. Високі вимоги до паралельності швів, щоб блискавка не “закушувалася”. Підвищена маса виробу через довгі блискавки. • Середня ремонтпридатність: складна заміна довгих блискавок.	Високогірні штани, штормові комбінезони, бахіли, технічний альпінізм.
Relief zippers (pee-zip, mid-zip)	Короткі фронтальні/діагональні/бокові блискавки для гігієнічного доступу.	Вимагає високої точності лекал у зоні паху. Часто застосовується водозахисна спіральна блискавка 3–5 мм. Обов'язкові підзори та ущільнення для мембран (Draft tube). Короткі шви — легша герметизація. Хороша ремонтпридатність (короткий сегмент легко замінити).	Мембранні штани, комбінезони для альпінізму та скітурингу.
Drop-seat system (відкидна задня панель)	Задня частина комбінезона/штанів відкидається на блискавці або карабінах.	Необхідні анатомічні вирізи, складні лекала задньої частини. • Часто використовують U-подібні або дугоподібні блискавки. • Потребує посиленої фурнітури (засувки, карабіни). Дуже важко герметизувати у мембранах. • Низька ремонтпридатність через складний вузол.	Переважно жіночий outdoor-одяг, трекінг, лижні комбінезони середнього рівня.

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4
Flap-системи (storm flaps, draft tubes)	Додаткові внутрішні/зовнішні клапани, що закривають блискавки та зменшують інфільтрацію вітру і снігу.	Мультишарове компонування: мембрана + підзор + зовнішній клапан. Використовують велкро, кнопки, магніти. Необхідна точна відстрочка (0,1–0,2 см) для стабільності клапану. Шви зазвичай повністю проклеюються. Легка ремонтпридатність (клапани можна перешити).	Висотні експедиційні комбінезони, пухові костюми, мембранний верхній одяг.
Гігієнічні поглинаючі системи (памперси, пакети)	Абсорбуювальний шар або одноразові пакети для використання без відкривання одягу.	Інтегруються в одяг як окремий аксесуар. Потрібно передбачити внутрішні кишені/органайзери для пакетів. Технологічно просте рішення.	8000+ м, фінальні висотні атаки, тривалі перебування у «зоні смерті».

Аналіз показує, що на сьогодні не існує універсального та зручного рішення, яке б забезпечувало можливість здійснення природних потреб без суттєвого зняття одягу, з мінімальними тепловтратами, сумісністю із мембранними та пуховими матеріалами, з повною герметичністю та захистом від холоду, з швидкістю і простотою використання в умовах гіпоксії, сильного вітру та низької температури, ергономічністю як для чоловіків, так і для жінок.

Саме ці недоліки обґрунтовують необхідність розробки нового спеціального конструкторського вузла у високогірному одязі, який би вирішував проблему здійснення природних потреб без ризику переохолодження та без зменшення захисних властивостей екіпірування.

2.2. Ергономічні та функціональні вимоги до спеціального реліф вузла комбінезону для високогірних умов

Реліф («relief» з англ. – «полегшення», «звільнення») вузол — конструктивний вузол, який дозволяє отримати доступ до тіла для справляння природних потреб або інших санітарно побутових задач - є одним з ключових елементів конструкції висотного комбінезона. Він повинен відповідати комплексу ергономічних, теплотехнічних, функціональних і технологічних вимог. Щоб зрозуміти доцільність такої відповідності розглянемо з чим стикається організм людини в умовах високогір'я.

2.2.1 Фізіологічні обмеження під час високогірних сходжень

При проектуванні спеціальних конструктивних вузлів одягу для високогірних експедицій (вище 6000–8000 м) конструкторам–розробникам необхідно враховувати цілий комплекс фізіологічних обмежень, з якими працює організм навіть самого підготовленого спортсмена. Ці обмеження пов'язані з екстремально низькими температурами, розрідженістю повітря, виснажливим фізичним навантаженням, багатошаровістю одягу, особистим перенесенням «гірської хвороби».

У зоні «смерті» (вище 7500–8000 м) при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувається різке зниження фізичної та моторної функції організму. Зменшується сила та координація: м'язи працюють в режимі кисневої нестачі, майже повністю втрачається дрібна моторика: спостерігається оніміння пальців, втрата хвату. До того ж висотні рукавиці мають товщину 4-8 см. Це значно зменшує чутливість, точність рухів, що суттєво підчас користування блискавками та іншою дрібною фурнітурою.

Пухові шари та жорсткі від морозу мембрани обмежують можливість нахилів, присідання та обертання тазу, ускладнюється можливість змінювати положення тіла.

На висотах $>8000\text{ м}$ температура може досягати $-45\text{--}55\text{ }^{\circ}\text{C}$, а з вітром — еквівалент $-60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оголення навіть малої ділянки шкіри несе ризик різкого

падіння температури шкіри, спазму судин і, навіть, обмороження протягом 1-3 хвилин.

Конденсат від дихання чи поту може миттєво замерзати на фурнітурі.

Тому важливе використання Vislon/TPU блискавок з низькою теплопровідністю, зовнішніх клапанів, мінімізація металевих елементів.

Конструктивним обмеженням у даному контексті виступає і багатошаровість одягу. 3-4 шари одягу створюють до 8 см товщини матеріалу у зоні паху та тазу. Це може викликати незручності у доступі до реліф вузла (н-д, важко розтиснути стегна для доступу до отвору, блискавки можуть тиснути, «закушувати» нижні шари).

Слід враховувати наявність альпіністського спорядження, що розміщується поверх комбінезона (н-д, страхувальна система, лямки рюкзака, система кисневого обладнання фіксують положення одягу) та унеможливорює розстібання комбінезона без порушення розташування спорядження.

Психофізіологічні фактори також диктують конструкторам свої зауваження в проєктуванні одягу. Надвисота викликає втому та когнітивне сповільнення: зниження концентрації, уповільнення прийняття рішень, труднощі з послідовними діями. Отже, реліф вузол має бути інтуїтивним, не потребувати запам'ятовування кількох кроків, не повинен містити дрібних елементів.

2.2.2 Вимоги до швидкого доступу, безпеки, герметичності, терморегуляції, ергономічності конструктивного вузла, що розробляється

Враховуючи вищенаведені аргументи можна сформулювати перелік вимог до функціональності реліф вузла, оформлених у Таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Перелік вимог до функціональності реліф вузла

Група вимог	Сутність вимоги	Конкретні технічні параметри / конструктивні рішення
1	2	3
Швидкий доступ	Мінімальна кількість дій	Відкриття за 1–2 рухи; одна основна або комбінація з 2 блискавок, відсутність закушування нижніх шарів чи тканини комбінезона.
	Сумісність з Альп обв'язкою та спорядженням	Розташування вузла вище точки кріплення обв'язки; форма розстібання не вимагає зняття системи.
	Робота у товстих рукавицях	Великі бігунки (XL), подовжені стропа-пулери; зручний хват, відсутність дрібної фурнітури.
	Інтуїтивність дій, однозначність	Асиметричне розташування отвору, колірне маркування напрямів відкриття, тактильні мітки, природна амплітуда руху.
Безпека	Запобігання травмуванню та защемленню	Двобічні (reverse-coil) блискавки; м'які внутрішні канти; антизащемлювальна тасьма; використання гаражів-сейверів бігунка (zip garage), захисних канавок (zip-channels);.
	Стійкість вузла до аварійного відкривання	Auto-lock бігунки; фіксатор у крайніх точках (кнопка, велкро).
	Морозостійкість матеріалів	Мембрана працездатна до –40 –50 °C; фурнітура Delrin/Duraflex. Всі елементи фурнітури не повинні дубіти чи ламатися при –40 °C.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
	Сумісність із рюкзаком, страхувальними ременями	Розташування елементів вузла поза зонами максимального натягу та тертя.
Герметичність	Водо-/вітронепроникність	Водонепроникні блискавки YKK AquaGuard/VISLON; ламіновані стрічки.
	Захист від снігу і вітру	Подвійний зовнішній вітрозахисний клапан; внутрішня м'яка планка.
	Герметизація швів	Триклейка seam tape 13–20 мм по всьому контуру.
	Гідрофобність поверхні	DWR-обробка С6 або безфторова; внутрішні деталі з флісу, що не вбирає воду.
Терморегуляція	Відсутність холодних мостів	Зональна конструкція утеплювача; використання синтетики у зоні вузла для стабільності (н-д, підкладкового нейлону або Cordura-patches).
	Збереження теплового контуру	Внутрішній термклапан («теплова борода»), що перекриває отвір.
	Захист від проникнення холодного повітря	Еластичні вставки або анатомічний крій, що мінімізує розкриття.
	Мінімізація тепловтрат під час операції	Висока швидкість відкриття; низькопровідні внутрішні тканини (Pertex, Toray).
Ергономічність	Анатомічна відповідність антропометричним параметрам чоловічого тіла.	розташування вузла на 25–35 мм нижче пахової складки; конструктивна прибавка (ease-allowance) 15–30 мм

Кінець таблиці 2.2

1	2	3
	Конструкція не повинна створювати тиск, натирання, зсув, складки - будь-який дискомфорт у зоні її розташування (тазу, паху).	М'який кант 1,5–2 мм; reverse-coil блискавка; утеплена draft-tube 10–15 мм; S-кривизна шва до 135°; мінімізація поперечних швів
	Реліф-вузол не повинен зміщуватися під час ходіння, підйому по перилах, робіт із жумаром.	Внутрішній пояс 40–50 мм; бокові стабілізатори 20 мм; стібілізаційний внутрішній жилет
	Еластичні елементи не повинні перетискати кровообіг.	Зусилля розтягування 10-12 Н; компресія ≤ 10 ммHg; підкладка soft-knit 0,8–1,2 мм

2.2.3. Особливості взаємодії вузла з іншими конструктивними елементами

Розробка спеціального реліф вузла в конструкції комбінезона потребує врахування його узгодженості з іншими конструктивними компонентами виробу. Оскільки комбінезон є зовнішнім елементом одягу (hard shell), містить під собою 2-3 шари, сам складається з підкладки, утеплювача, мембрани, а ззовні присутні страхувальна система, рюкзак, реліф вузол має працювати надійно й безпечно в інтеграції зі всіма цими елементами. Потенційні труднощі взаємодії з іншими елементами екіпірування представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Потенційні проблеми та способи їх запобігання

Елемент, з яким взаємодіє вузол	Вплив на конструкцію вузла	Потенційні проблеми	Їх запобігання
Базові та середні шари (2–3 шари під комбінезоном)	геометрія вузла зовнішнього комбінезона має відповідати зоні доступу базових шарів; забезпечення додаткового об'єму для багатошаровості	Неспівпадіння технічних отворів; затискання шарів у блискавці	використовувати гаражі-сейвери бігунка (zip-garage), захисні канавки (zip-channels); збільшити ширину захисних планок
Страховальна система (upper-body harness / sit harness)	Розташовування вузла нижче точки кріплення; виключення натирання лямок; можливість роботи в підвішуванні	Перетинання/тиск лямок на вузол, обмеження використання	зміщення розташування вузла/траєкторії розкриття
Поясний ремінь рюкзака	Вимагає уникнення накопичення об'єму спереду та ззаду; забезпечення доступу без зняття рюкзака	Перекручування тканини, тиск рюкзака - обмеження рухливості бігунка	зміщення траєкторії блискавки
Пухові камери комбінезона	Потрібно уникати "містків холоду" та зменшення loft у зоні вузла	Осідання пуху, прогалини в утепленні	звужені камери; вертикальна стабілізація пуху навколо блискавки; локальне використання синтетичного утеплювача

Кінець таблиці 2.3

Мембранний зовнішній матеріал	Рухливість вузла не має порушувати цілісність мембрани	Розтріскування клею при морозі	використання TPU-клею, температура експлуатації –50 °С
Рукавиці високогірні (overmitts)	Значний обмежений тактильний контроль під час користування вузлом	Погане попадання в бігунок та інші елементи фурнітури.	використання збільшених петель “pull loops” довжиною 5–7 см, текстильної застібки Velcro замість дрібних металевих кнопок

Таким чином, конструктивне рішення вузла, що розглядається повинне бути:

1. максимально простим (у т. ч. для використання у рукавицях)
2. інтуїтивним, швидким в користуванні
3. захищеним від тепловтрат, вологи та вітру
4. сумісними з багатошаровою системою й спорядженням.

Тільки комплексне виконання цих вимог дозволяє забезпечити фізіологічний комфорт альпініста та безпеку в екстремальних висотних умовах.

2.3. Розробка концепції нового конструктивного санітарно-побутового (реліф) вузла

Сучасний високогірний одяг містить різні типи реліф-вузлів - full-length side zippers, relief zippers, drop-seat, flap-системи - і кожен з них виконує свою функцію залежно від умов експлуатації, моделі комбінезона та особистих звичок та вподобань альпініста. Проте, з огляду на багатошаровість одягу, використання спорядження, потребу мінімізувати тепловтрати, виникають ситуації, коли стандартні рішення можуть бути менш зручними, ніж спеціально адаптований вузол.

Зокрема, під час тривалих переходів у сильний вітер, на схилах із фіксованими перилами, при носінні важкого рюкзака та страхувальної системи доступ до традиційних реліф-вузлів може бути ускладненим або вимагати більшого обсягу рухів, ніж дозволяють умови. Саме тому доцільно розробити додатковий варіант, який би забезпечував можливість використання у вузькому просторі, без необхідності повного розстібання великих секцій комбінезона, із мінімальним втручанням у пухові камери й мембранний шар.

Розглянемо основні конструктивні варіанти рішення цього вузла для висотного комбінезону (рисунок 2.4).

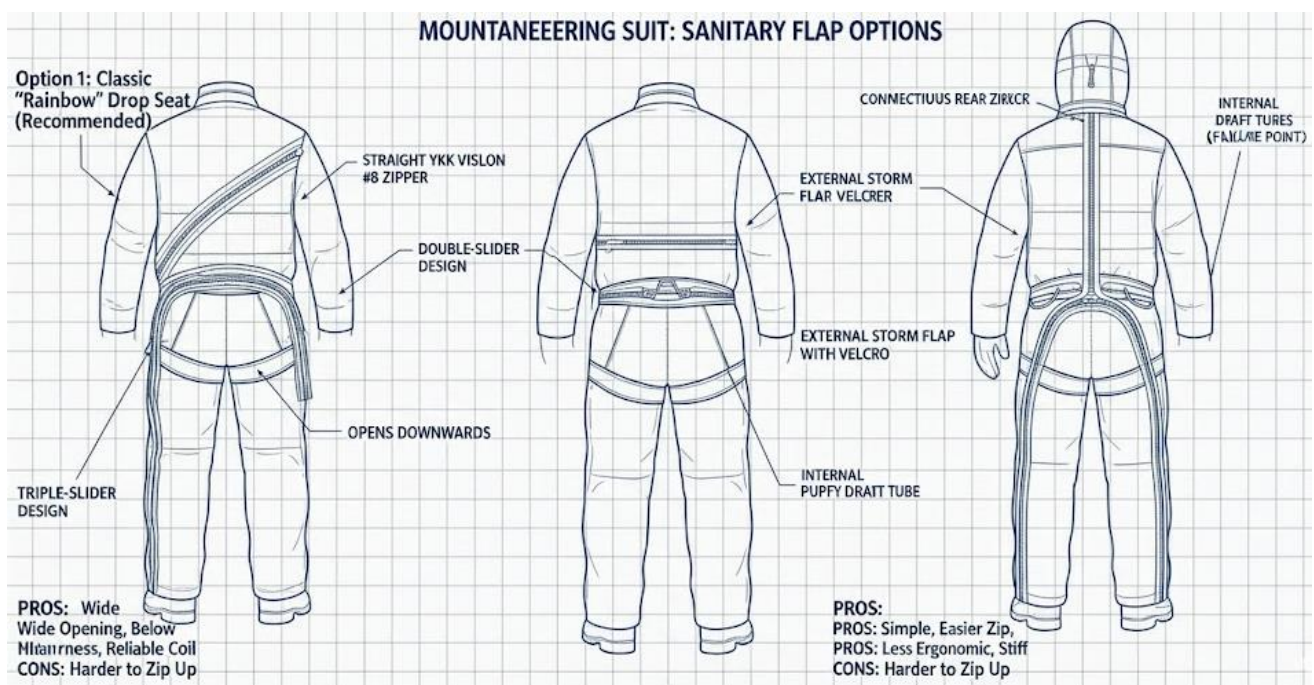


Рисунок 2.4 – Основні конструктивні варіанти рішення санітарно-побутового (реліф) вузла

Варіант 1: Класична "Райдуга" (Rainbow Drop Seat)

Це найбільш перевірене часом рішення для висотних комбінезонів (використовується в моделях The North Face Himalayan, Mountain Hardwear Absolute Zero).

Конструкція: Блискавка вшивається по дузі (у формі півмісяця або перевернутої літери U). Починається збоку на рівні стегна, проходить через верхню частину сідниць і закінчується на іншому стегні.

Принцип дії: При розстібанні задня панель відкидається вниз (між ніг).

Переваги:

- Утворює широкий отвір, що мінімізує ризик забруднення одягу.
- Клапан падає вниз під дією гравітації, його не треба тримати руками.
- Дозволяє зберегти цілісність конструкції пояса спереду.

Недоліки:

Складно застібати назад (потрібно тягнути вгору по дузі за спиною).

Технічна вимога: Використовувати виту (спіральну) блискавку (наприклад, YKK Coil #8 або #10), оскільки тракторна блискавка погано лягає по радіусу і створює жорстке ребро, що давитиме під рюкзаком.

Варіант 2: Прямий горизонтальний різ (Straight Zip)

Використовується рідше, частіше в утеплених напівкомбінезонах (самоскидах).

Конструкція: Пряма горизонтальна лінія розрізу трохи нижче рівня попереку.

Принцип дії: Працює аналогічно "райдузі", але лінія рівна.

Переваги:

- Простіша технологія вшивання (можна ставити тракторну блискавку YKK Vislon, яка надійніша за спіральну).
- Легше застібати (рух по прямій).

Недоліки:

- Менш ергономічна форма отвору (кути можуть заважати).
- При нахилах вперед пряма жорстка блискавка може створювати дискомфорт і натягуватися.

Варіант 3: Наскрізна система (Through-Crotch Zip) - 6 замків

Це сучасне рішення, яке поєднує бічні блискавки та санітарний отвір.

Конструкція: Бічні блискавки на штанинах (що йдуть від низу до верху) не закінчуються на стегні, а продовжуються, заходячи на спину і зустрічаються посередині попереку. Або ж це одна суцільна блискавка від лівої до правої щиколотки через верх сідниць.

Принцип дії: Альпініст може розстібнути задню частину, використовуючи бігунки бічних блискавок.

Переваги:

- Мінімум швів (технологічно "чистіша" конструкція).
- Максимальна вентиляція при потребі.
 - Недоліки:
- Якщо ламається одна блискавка — ви втрачаєте і штанину, і санітарний клапан.
- Складність регулювання: потрібно оперувати кількома бігунками (слайдерами) наосліп.

Критичні технічні деталі вузла (Обов'язкові для будь-якого варіанту)

Незалежно від обраного варіанту (я рекомендую Варіант 1 для екстремальних умов), конструкція мусить включати такі елементи:

1. Утеплені планки (Draft Tubes)

Це найважливіший елемент. Блискавка — це місток холоду.

- Внутрішня планка: Широка (мінімум 6-8 см) пухова планка, яка перекриває блискавку зсередини тіла. Вона має бути наповнена пухом щільніше, ніж решта куртки, щоб пружно притискатися до тіла.
- Зовнішня планка: Захищає блискавку від вітру та снігу. Фіксується на текстильній застібці Velcro (але не суцільні, а шматками, щоб не робити конструкцію "дубовою").

2. Кількість бігунків (Слайдерів)

На блискавці санітарного клапана має бути мінімум 3 бігунки (для Варіанту 1):

- Це дозволяє відкрити отвір в будь-якому місці та на будь-яку ширину.
- Це дає резерв: якщо один бігунок обледеніє або зламається, можна використати інший.

3. Взаємодія з обв'язкою (Harness Compatibility)

Лінія блискавки повинна проходити нижче основного поясного ремня страхувальної системи, але вище ножних петель (або на рівні їх верхнього кріплення).

Коли альпініст висить в системі, ремені перетискають комбінезон. Санітарний клапан повинен відкриватися так, щоб тканина вивільнялася з-під ножних лямок без необхідності їх розстібати.

4. "Гаражі" для бігунків

У закритому стані бігунки повинні ховатися під захисні куточки з тканини (Cordura), щоб запобігти самовільному розстібанню та захистити механізм від намерзання снігу.

Таким чином підійде Варіант 1 (Райдуга) з використанням спіральної блискавки УКК №8 та масивної внутрішньої пухової планки.

Запропонована концепція пропонує альтернативний спосіб організації доступу, який може доповнювати існуючі рішення та підвищувати загальну функціональність утепленого комбінезона.

2.3.1. Обґрунтування ідеї: новий формат вузла

Реліф вузол призначений для забезпечення можливості здійснювати гігієнічні процедури у високогірних умовах. *Тунельна система* ("Internal Access Tunnel System") виконана за принципом внутрішнього доступу через термоізований тунель, вбудований у бічну частину комбінезона. Такий формат переосмислює архітектуру доступу до тіла без порушення захисних властивостей верхнього шару.

Новизна полягає в інверсії принципу доступу: замість відкривання значної частини оболонки комбінезона для виведення тіла назовні система забезпечує контрольований доступ руки всередину, дозволяючи маніпулювати спеціальною ємністю для відведення сечі, не витрачаючи тепло. Створюється двоконтурна ізована зона — зовнішній компактний отвір та внутрішній термоізоляційний тунель з еластичною манжетою.

2.3.2. Вибір конструктивної схеми (розташування, форма, розмір, напрям відкривання, типу застібки)

Конструкція нагадує кишеню під кутом з еластичним «тунелем» замість мішковини. Вхід конструктивного реліф вузла розміщується на нижній частині пілочки переважно праворуч (або ліворуч — вказується при замовленні), у зоні нижче талії до лінії стегон, нижче точки кріплення страхувальної системи або поясного ремня рюкзака, але вище обов'язки на стегнах. Довжина робочого розкриття 20–25 см, оформленого водонепроникною двобігунковою витою блискавкою. Внутрішній захист — підзор шириною 25–30 мм, зовнішній — тонкий вітрозахисний клапан шириною 20–25 мм. Довжина «тунеля» 20–25 см, ширина мінімальна, але достатня для проходження руки у тонкій терморукавиці. Внутрішня кругова манжета, Ø 100–120 мм з еластичною здатністю 150–200%, розташована на внутрішньому кінці тунелю, створює повітряний бар'єр.

Принцип роботи вузла:

1. Альпініст відкриває зовнішню блискавку частково або повністю.
2. Рука вводиться у внутрішній тунель.
3. Через внутрішню манжету та клапан підкладки альпініст отримує доступ до відповідного технічного отвору термошару, білизни.
4. Використовується експедиційна ємність для сечі (Додаток А.7), яка вводиться всередину тунелю.
5. Після завершення дій рука з ємністю виводиться назовні, манжета автоматично закриває отвір, не пропускаючи холодне повітря.
6. Зовнішня блискавка закривається, і клапан відновлює герметичність.

2.3.3. Розробка креслення. Креслення реліф-вузла наведено у Додаток А.9.

2.4 Технологічні особливості виготовлення

Технологічні особливості виготовлення швейного виробу (або вузла) — це сукупність конструктивних, матеріалознавчих та виробничих вимог, що

визначають специфічний спосіб обробки деталей та з'єднань виробу, вибір технологічних прийомів, режимів та послідовності операцій, необхідних для забезпечення функціональності, якості та експлуатаційних властивостей готового виробу.

Сюди входять:

- вибір типу швів і способів обробки, (які забезпечують міцність, еластичність, герметичність або інші необхідні властивості);
- участь певних видів устаткування (плоскошовні машини, спеціальні лапки, клейове обладнання, ламінатори, ультразвукове зварювання тощо);
- вимоги до стабілізації зрізів (дублювання, проклейка, формування припусків);
- особливості роботи з матеріалами (мембрани, трикотаж, пуховий пакет, тканини з UHMWPE/аромідними волокнами), з урахуванням їх поведінки під час шиття;
- методи з'єднання деталей, що мінімізують дефекти (пробоїни голки, деформації, зміщення шарів);
- послідовність обробки вузла. (Додаток А.8)

2.4.1. Вибір матеріалів для реалізації вузла

Вибір матеріалів визначається вимогами експлуатації та необхідністю забезпечення функціональності вузла. Оскільки реліф вузол, що розглядається, є додатковим та знаходиться всередині самого комбінезона, а вхід в нього здійснюється через отвір ззовні, необхідно зберегти властивості теплоізоляційного пакета комбінезона. Отже матеріали вузла повинні відповідати наступним критеріям: легкість, мінімальна товщина, еластичність, стійкість до стирання, сумісність із мембранними тканинами, мала гігроскопічність.

1. Верхня тканина (зона входу в «кишеню» /клапан) – основна тканина комбінезона - армована тканина Spectra® ripstop має високу абразійну, волого- та водостійкість, стійкість до розриву - міцність при малій масі. Але при

голковому з'єднанні UHMWPE-нитки тканини можуть вислизати або втрачати свою цілісність, тому для деталей із Spectra потрібно мінімізувати кількість проколів, використовувати герметизацію (клеї/ламінацію/термотасьму - сумісна з клеєвими підсилювальними стрічками). В такому разі тканина забезпечує герметичність вузла.

2. Підсилювальна стрічка (під шви) - тонка поліамідна або поліестерова ламінована стрічка шириною 10-12 мм. Використовується для стабілізації зрізу, запобігання розтягуванню мембрани, мінімізації деформацій при багаторазовому відкриванні блискавки.

3. Реверсна вита блискавка coil No.3 або No.4, з вологостійкою тасьмою (PU-coating), мінімальної товщини і ваги, з плавним відкриванням в умовах морозу, зі збільшеними пулерами для користування в софтшел рукавицях .

4. Внутрішній підзор (антивітровий бар'єр) з легкого поліамідного матеріалу (30–40 г/м²) утеплений тонким пуховим прошарком (loft 5–10 мм). Такий теплоізоляційний підзор виконує функцію перекриття теплового розриву вздовж блискавки доступу та повністю нівелює «холодний міст» («cold spot») у зоні реліф-вузла.

5. Внутрішній “тунель” (доступ до тіла) - ключовий елемент конструкції.

Для виконання своєї функції (забезпечення ергономічного доступу до тіла всередині комбінезона без створення точкових навантажень та протидії руху руки) він має бути виконаний з тонкої, достатньо гладкої, еластичної тканини, наприклад:

- Nylon tricot stretch (40–70 г/м²)
- Nylon/spandex 10–15%
- Поліамідна лайкра з гладкою поверхнею
- Нейлоновий тонкий soft-jersey

Ці тканини мають високий коефіцієнт ковзання, еластичність 20–40 %, низьку гігроскопічність та достатню щільність, щоб рука з ємністю безперешкодно поверталася назад назовні, не залишала механічних пошкоджень всередині тунелю.

6. Трикотажна манжета (вихід з «тунелю», «герметичний обмежувач») - елемент, який забезпечує щільне, але еластичне прилягання до руки, запобігаючи потраплянню холодного повітря всередину теплоізоляційного шару. Рекомендовані матеріали:

- Еластичний трикотаж з поліамідом / спандексом (80–120 г/м²)
- Легкий технічний cuff fabric (як у бігових і трекінгових куртках)

Вимоги до матеріалу манжети: еластичність не менше 30–60 %; стабільне повернення до форми після розтягування; гладка поверхня.

7. Клейові матеріали - термострічка 10–15 мм під шви для герметизації швів.

8. Підкладка зони штанів - Nylon ripstop 20D, 38–45 г/м². Це оптимальна підкладкова тканина для зон, що піддаються частому тертю (коліна, сидіння, внутрішня частина стегон) оскільки технологія ripstop формує мікросітку, що запобігає поширенню розривів у разі механічного пошкодження. Також має гладку поверхню, легко ковзає, не заважає рухам, мінімізує стирання внутрішніх шарів.

2.4.2. Технологічна послідовність виготовлення та обробки вузла (Додаток А.8)

2.4.3. Методи забезпечення герметизації швів і збереження властивостей мембрани

Герметизація швів є критичним технологічним етапом, оскільки будь-яке порушення цілісності мембранного шару призводить до втрати вітронепроникності та зниження загального теплозахисту виробу. Способи герметизації швів представлено в таблиці 2.4.

Під час виготовлення вузлів у виробках із мембранних матеріалів важливо зберегти їхні функціональні властивості — водонепроникність, вітрозахист та паропроникність.

Таблиця 2.4 – Способи герметизації швів

Герметизація	Безниткові з'єднання	Використання спеціальних герметичних швів	Обробка швів спеціальними герметиками
На шов наноситься поліуретанова або поліестерна термострічка, яка активується нагрівом і тиском і повністю закриває перфорацію від голки.	При термозварюванні матеріали з'єднуються під дією тиску та нагріву; Такий метод забезпечує повну герметичність, адже при ньому не створюється голкових проколів. При ультразвуковому з'єднанні	Окантовувальний шов з мінімальною перфорацією - застосовується тонка голка №60–70, крок стібка збільшений до 4–5 мм, щоб мінімізувати кількість проколів, виключити осипання та деформацію мембрани.	Використовується нанесення рідких поліуретанових складів на шов. Формується гнучка водостійка плівка.
температура: 130–170 °С, залежно від типу мембрани; тиск валів: 1,5–3,0 бар; швидкість подачі: 6–12 м/хв.	тепловиділення виникає локально за рахунок вібрації. Такий метод зберігає мембрану та не викликає її оплавлення.	Подвійний накладний шов з наступним проклеюванням забезпечує міцність та герметичність.	Герметик наноситься пензлем або валиком. Для промислового виробництва використовується рідко, підходить для посилення проблемних зон.
- зберігає паропроникність на $\geq 90\%$; - повністю відновлює водостійкість шва; - не впливає на структурну міцність шва.			

Будь-яке механічне або термічне втручання (голкові проколи, тиск, нагрів) може порушити структуру мембрани, тому технологія обробки швів має бути адаптована до особливостей матеріалу.

Для цього застосовують такі методи та принципи:

1. Контроль температури при обробці та герметизації швів.

Мембранні матеріали по-різному реагують на нагрів, тому режими термообробки та проклеювання швів добирають відповідно до типу мембрани. Gore-Tex витримує температури до 170–180 °С, що дозволяє використовувати термострічки з вищою температурою активізації. Але прасування, ламінування чи герметизацію виконують при мінімально можливих температурах, із використанням тефлонових накладок та короткого часу впливу.

2. Мінімізація механічного пошкодження мембрани.

Щоб не створювати надлишкових отвори, застосовують тонкі гострі голки Microtex №60–70, збільшений крок стібка, зменшення натягу нитки (щоб уникнути «прорізання» матеріалу).

3. Використання правильного типу ниток.

Для мембранних матеріалів рекомендовано застосовувати поліестерні нитки (найстійкіші до вологи, ультрафіолету, тертя) та поліамідні нитки (еластичні, міцні, не кришаться). Вони не намокають і не втрачають міцності на морозі, що дозволяє зберегти цілісність шва у складних умовах експлуатації.

4. Підсилення та стабілізація зрізів мембрани.

Мембрана має схильність до розшаровування та деформацій у зоні проколів. Тому в технології застосовують:

стабілізуючі стрічки уздовж зрізів;

тонкі підкладкові підсилювачі (поліамід, ripstop-нейлон);

фіксацію клеєвими прокладками із низькою температурою активації

Це попереджає «вибивання» мембрани з-під строчки та забезпечує рівномірний розподіл напружень.

5. Оптимізація конструкції вузла:

- мінімальна кількість швів у технологічно навантажених ділянках;

- уникнення складних геометричних форм, де мембрана може заломлюватися;

- перенесення лінії шва у менш деформовані або менш критичні зони;

- застосування методів обробки з мінімальним числом проколів.

Такі прийоми дозволяють зменшити кількість місць, де матеріал втрачає водонепроникність.

6. Герметизація швів після стачування.

Після пошиття всі шви, що розташовані у зовнішньому мембранному шарі, герметизуються поліуретановими стрічками різної ширини, багат шаровими термострічками (для високонавантажених зон) або стрічками з пониженою температурою активації (для чутливих мембран).

Герметизація має повністю перекривати строчку, не створюючи надмірного ущільнення, яке може порушити паропроникність.

7. Забезпечення повітропроникності та збереження парообміну.

Щоб мембрана виконувала функцію відведення вологи зсередини уникають суцільних проклеюк у широких площинах, не допускається накладання кількох шарів мембрани, що може знизити дихаючі властивості, підтримується баланс між міцністю та пластичністю шва.

8. Використання спеціального обладнання

Промислове виготовлення виробів із мембранних тканин включає диференційоване просування (щоб уникати зсуву шарів), лапки з тефлоновим покриттям, низьке притискне зусилля лапки.

Ці прийоми знижують ризик появи мікротріщин, розривів та «бігучих» проколів у мембрані, дозволяють зберегти її еластичність у зоні швів.

Для збереження герметичності швів та властивостей мембрани в утепленому мембранному комбінезоні що розглядається застосовується сукупність взаємопов'язаних технологічних рішень: оптимізація конструкції вузла з мінімальною кількістю швів, стабілізація зрізів мембрани тонкими підсилювальними матеріалами, використання тонких гострих голок і збільшеного кроку стібка для мінімізації проколів, добір поліестерних та

поліамідних ниток із підвищеною стійкістю до вологи й тертя, герметизація швів, а також обмеження температурних режимів при термообробці та проклеюванні. Комплекс цих технологічних рішень дозволяє зберегти повну водонепроникність, вітрозахист та довговічність виробу.

2.4.4. Порівняння можливих безниткових методів з'єднання

Порівняння можливих безниткових методів з'єднання представлено в таблиці 2.5.

Для мембрани FUTURELIGHT™ найкращими методами є термоклейове з'єднання, термоклейові стрічки та комбіновані методи. Комбінований метод з'єднання (з'єднувальний шов + проклеювання) дозволяє поєднати переваги обох технологій — міцність ниткового з'єднання та герметичність безниткових методів. Спочатку деталі виробу з'єднуються традиційним зшивним швом, який забезпечує високу механічну міцність і стабільність конструкції, потім поверх ниткового шва наноситься спеціальна термоклейова стрічка, що приклеюється за допомогою гарячого повітря або нагрівального ролика.

Термострічка перекриває проколи голки, тим самим відновлює цілісність мембрани, запобігаючи проникненню води, вітру та виходу пуху через шов. Але таке з'єднання деталей потребує точного температурного режиму (можливе її відшарування або пошкодження мембрани). Процес є технологічно складнішим і дорожчим порівняно зі звичайним шиттям чи окремими безнитковими методами. Незважаючи на це, комбіновані методи - стандарт у виробництві високоякісного мембранного одягу.

2.5. Оцінка ефективності та переваг запропонованого рішення

Сучасні існуючі реліф вузли — довгі бічні блискавки, подовжена реліф-блискавка (для справляння природних потреб), система drop-seat (заокруглена блискавка в задній частині штанів), flap-системи — непогано виконують свою функцію, проте мають обмеження, пов'язані з багат шаровістю одягу, необхідністю збереження тепла та герметичності, а також складністю доступу через багат шаровість одягу та у вузькому просторі.

Таблиця 2.5 – Порівняння можливих безниткових методів з'єднання

Метод з'єднання	Суть процесу	Сумісність з мембранними тканинами (PTFE, PU)	Переваги	Недоліки / обмеження
Термозварювання гарячим повітрям / гарячим клином	З'єднання шарів матеріалу шляхом локального нагрівання та притискання	PU - висока сумісність; PTFE - частково; FUTURELIGHT™ - сумісність добра, але треба контроль температури	Міцне герметичне з'єднання, висока еластичність	Ризик перегріву мембрани; потрібне спец. обладнання
Ультразвукове зварювання	Високочастотні коливання локально плавлять синтетичні волокна	PU, PA, PES - хороша сумісність; PTFE - не зварюється; FUTURELIGHT™ - можливе зварювання, але залежить від товщини і армування	Висока точність, мінімум терморизиків, чисті краї, міцність	Потрібна однорідність матеріалів; багато мембран мають покриття, що знижує ефект
Термоклейове з'єднання	Склеювання за допомогою термоплавких поліуретанових плівок	PU - відмінно; PTFE - спеціальні клеї; FUTURELIGHT™ - відмінно	Висока герметичність; універсальність; контрольована товщина шва	Залежність від якості клею; ризик відшарування при сильному згині
Лазерне зварювання	Локальне плавлення полімеру лазерним променем	PU - сумісний; PTFE - погано; FUTURELIGHT™ - частково, потребує тестування	Точність, мінімальний вплив на товщу тканини	Дуже дороге обладнання; вимагає чіткої структури матеріалу
Термоклейові стрічки	Герметизація ниткових швів шляхом приклеювання стрічки з TPU	PU - чудово; PTFE - з спецстрічками; FUTURELIGHT™ - відмінно	Забезпечує 100% водонепроникність шва	Не можна використовувати при сильних вигинах; можливе старіння клею
Комбіновані методи (шов + проклеювання)	Класичне сточування з мінімальним числом стібків + термострічка	Підходить для всіх мембранних систем	Контрольована міцність + повна герметичність	Вимагає високої точності й дорогих стрічок

В даній роботі запропоновано конструктивний реліф-вузол “Internal Access Tunnel System”, який спроектовано як додатковий, для забезпечення

швидкого, ергономічного та герметичного доступу до тіла під час високогірних експедицій. Концепція вузла передбачає внутрішній термоізований тунель, що дозволяє здійснювати гігієнічні процедури без значного відкривання комбінезона, зберігаючи тепло і захисні властивості мембранного шару.

Щоб оцінити ефективність та доцільність запропонованого вузла, порівняти його з існуючими рішеннями потрібно визначити ключові критерії оцінки, які стануть основою для подальшого аналізу переваг і потенційних недоліків вузла.

2.5.1 Критерії оцінки (герметичність, зручність користування, маса, час відкривання/закривання, вплив на теплоізоляцію)

Наступні критерії відображають функціональні, ергономічні, технологічні та теплоізоляційні аспекти (таблиця 2.6):

Таблиця 2.6 – Критерії оцінки функціональних, ергономічних, технологічних та теплоізоляційних аспектів

Критерій	Пояснення / Значення
1	2
Герметичність	Здатність вузла зберігати водонепроникність та вітрозахисні властивості мембранного шару комбінезона під час використання. Важливо для уникнення проникнення холоду та вологи в утеплювач.
Зручність користування	Ергономіка вузла під час роботи у високогірних умовах, зокрема: легкість доступу у вузькому просторі, сумісність з рукавицями/терморукавичками, мінімальна потреба у рухах тіла.
Маса вузла	Вплив конструктивного рішення на загальну масу комбінезона. Критично для альпіністів, де кожен грам має значення при тривалих переходах.

Кінець таблиці 2.6

1	2
Час відкриття/закриття	Швидкість виконання процедури користування вузлом: відкриття блискавки, введення руки в тунель, доступ до ємності, закриття та герметизація. Важливо для економії часу та мінімізації втрат тепла.
Вплив на теплоізоляцію	Збереження функціональності пухового шару та ефективності термоізоляції комбінезона під час використання вузла. Важливо уникнути “холодних мостів” та локальних тепловтрат.

2.5.2. Порівняння з традиційними системами

Наступні критерії відображають функціональні, ергономічні, технологічні та теплоізоляційні аспекти (таблиця 2.7):

Таблиця 2.7 – Критерії оцінки функціональних, ергономічних, технологічних та теплоізоляційних аспектів

Критерій	Параметр / Особливість	Вплив / Переваги для нового вузла	Порівняння з існуючими рішеннями
1	2	3	4
Герметичність	Водонепроникна двобігункова блискавка, вітрозахисний клапан, внутрішня еластична манжета	Висока герметичність, зовнішній шар мембрани зберігає водо- та вітрозахисні властивості	Drop-seat / Flap: можливі локальні витоки тепла, часткове порушення мембрани; Full-length zipper: відкриття великої ділянки порушує герметичність
Зручність користування	Внутрішній термоізований тунель,	Використання у вузькому просторі;	Drop-seat: доступ у вузькому просторі ускладнений;

Продовження таблиці 2.7

Зручність користування	сумісний з тонкими терморукавичками, довжина 20–25 см	мінімальні рухи тіла; швидкий доступ до тіла.	Relief zipper: потрібне розстібання великих секцій
Маса вузла	Тонкий вітрозахисний клапан, утеплений підзор - мінімальний обсяг матеріалів	Мінімальне збільшення загальної маси комбінезона	Drop-seat / Full-length zipper: більше додаткових матеріалів (довгих блискавок), вплив на масу помітний
Час відкривання/закривання	Двобігункова блискавка плавно рухається, дозволяє часткове або повне відкривання; манжета автоматично закриває тунель. Час відкривання, доступу до тіла 4-5 сек.	Процедура займає мінімум часу; швидка і проста у використанні	Drop-seat / Flap: триваліше відкривання/закривання (довша блискавка з обох боків тулуба, потребує задіяння 2 рук для прискорення); Full-length zipper: більше часу щоб дістатися до тіла через внутрішні шари одягу.
Вплив на теплоізоляцію	Внутрішній тунель не прорізає пухові камери, двоконтурна ізоляція забезпечує мінімальні тепловтрати	Збереження ефективності пухового шару; відсутність холодних мостів	Drop-seat / Relief zipper: локальні тепловтрати при відкритті; Full-length zipper: значні втрати тепла через довший отвір блискавки.

Кінець таблиці 2.7

Ергономіка / сумісність зі спорядженням	Розташування нижче поясного ремня рюкзака, але вище стегон; вузол праворуч або ліворуч	Сумісний із рюкзаком та страхувальною системою, не заважає руху	Drop-seat: може бути заблоковано доступ ремнями підв'язки; Flap: доступ обмежений у спорядженні.
Загальна ефективність	Комплексне рішення для швидкого, ергономічного та герметичного доступу	Оптимальний баланс між функціональністю, тепловим захистом та зручністю	Існуючі рішення: локально ефективні, але мають суттєві обмеження у вузькому просторі та при багат шаровості одягу

Узагальнюючи результати порівняльного аналізу, наведеного у таблиці 2.7, можна стверджувати, що розроблена система реліф-вузла демонструє беззаперечну перевагу над традиційними рішеннями за всіма ключовими експлуатаційними параметрами. Завдяки впровадженню принципу інверсії доступу, система дозволяє скоротити час на проведення санітарних процедур до рекордних 4–5 секунд, що у поєднанні з двоконтурною ізоляцією (герметична блискавка та внутрішній тунель з манжетою) мінімізує ризики локальних обморожень та переохолодження пахової зони. На відміну від систем типу Drop-seat або Full-length zipper, запропонований вузол не створює «містків холоду», не потребує розстібання значних секцій комбінезона та залишається повністю функціональним при використанні страхувальної системи та рюкзака, що робить його оптимальним рішенням для забезпечення фізіологічного комфорту в умовах екстремальних висот.

ВИСНОВКИ РОЗДІЛУ 2

У другому розділі здійснено теоретичне обґрунтування та розробку спеціального конструкторського вузла «Internal Access Tunnel System» (тунельна система доступу) для високогірного альпіністського комбінезона.

У ході аналізу проблематики було встановлено, що існуючі конструктивні рішення санітарно-гігієнічних потреб мають певні недоліки при експлуатації на висотах понад 7000 м. Зокрема, вони провокують значні тепловтрати, часто втрачають герметичність та є складними у використанні разом зі страхувальною системою.

Для вирішення означених проблем розроблено онову додаткову схему доступу, наукова новизна якої полягає в інверсії процесу: замість оголення тіла забезпечується доступ руки всередину ізольованого контуру. Це дозволяє здійснювати фізіологічні потреби без порушення загального теплового балансу підкостюмного простору. Конструктивно-технологічне рішення реалізовано у вигляді багатошарової системи, що складається із зовнішньої герметичної блискавки, внутрішнього утепленого підзора та еластичного тунелю з манжетою, створюючи надійний подвійний бар'єр від холоду та вітру.

Обґрунтований підбір пакету матеріалів, що включає Spectra® ripstop для механічного захисту, Nylon stretch для еластичності тунелю та утеплювач ProDown, гарантує функціональність вузла при температурах до -50°C та збереження цілісності мембрани. Практичне значення впровадження розробленого вузла полягає у підвищенні ергономічності виробу та скороченні часу на санітарні процедури до 4–5 секунд, що мінімізує ризики обморожень пахової зони — критичного фактора виживання в екстремальних умовах. Перспективи подальшого вдосконалення розробки полягають у створенні аналогічної адаптованої системи для жіночих моделей комбінезонів та тестуванні вузла в аеродинамічній трубі для перевірки вітростійкості клапанів.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проєктування технологічного процесу виготовлення виробу

Технологічний процес виготовлення швейного виробу — це сукупність взаємопов'язаних і послідовно виконуваних технологічних операцій, переходів і прийомів, спрямованих на перетворення вихідних матеріалів у готовий виріб з заданими експлуатаційними характеристиками.

Процес включає підготовку матеріалів, розкрій, обробку вузлів і з'єднань, волого-теплову обробку, складання виробу, завершальні технологічні операції та остаточний контроль якості.

Основною задачею проєктування технологічного процесу є створення ефективного, раціонального та технологічно обґрунтованого виробничого потоку, який забезпечує мінімальні втрати часу й матеріалів, високу якість виготовлення та відповідність конструкції вимогам сучасного швейного виробництва.

На початковому етапі технологічного проєктування визначається оптимальна послідовність виконання операцій, підбирається раціональне обладнання та оснащення, що забезпечує ефективне поєднання традиційних і високотехнологічних методів обробки матеріалів: машинні шви, проклеїка та герметизація швів, термосклеювання, зварювання синтетичних матеріалів.

Проєктування технологічного процесу також передбачає визначення структури основних вузлів і деталей комбінезона — капюшона, центральної застібки, манжет, вентиляційних отворів, пухових камер, підкладкових блоків та спеціального додаткового функціонального реліф вузла. Для кожного вузла формується технологія обробки з урахуванням властивостей мембрани, пухонаповнювача, утеплювача, підкладкових матеріалів, а також вимог до герметичності, теплозахисту та експлуатаційної надійності виробу.

При проєктуванні високотехнологічного комбінезона для високогірних умов враховуються такі аспекти, як:

- мінімізація термічних та механічних пошкоджень мембрани під час обробки;
- забезпечення рівномірного розподілу пуху в камерах;
- захист швів від промокання та тепловтрат;
- технологічність вузлів при роботі в умовах багатошаровості конструкції;
- ергономіка доступу до функціональних елементів.

3.1.1 Аналіз методів обробки і вибір технологічних вузлів для одягу з мембранних матеріалів

Технологічний процес виготовлення високогірного комбінезона вимагає застосування спеціалізованих методів обробки, метою яких є забезпечення водонепроникності та вітрозахисту виробу при збереженні паропроникності мембрани. Вибір методів обробки ґрунтується на необхідності мінімізації проколів зовнішнього шару та надійної герметизації всіх з'єднань.

Основна частина конструктивних з'єднань, включаючи формування пухових пакетів та пришивання функціональних елементів, виконується традиційними нитковими методами. Для забезпечення структурної надійності та міцності у вузлах, що піддаються високому навантаженню, застосовуються армовані поліефірні нитки підвищеної міцності. Водночас, для мінімізації пошкодження мембрани використовується спеціальне голкове обладнання (голки зі сферичним, округленим кінцем) та точне налаштування параметрів стібка.

Однак, оскільки нитковий шов порушує цілісність мембранного матеріалу, обов'язковим етапом технологічного процесу є герметизація швів. Усі зовнішні конструктивні з'єднання, виконані нитковим методом, проклеюються з виворітного боку спеціальною термклеючою поліуретановою стрічкою (Seam Taping). Ця операція, що виконується на спеціалізованих термозварювальних машинах, є єдиним надійним способом забезпечити повну водонепроникність виробу та зберегти його теплозахисні властивості.[40]

Як альтернативний метод з'єднання деталей може бути розглянуте термосклеювання або ультразвукове зварювання, яке усуває необхідність проколів і забезпечує миттєву герметичність. Однак, зварювання має обмеження щодо міцності та не може бути застосоване у силових вузлах, а також при формуванні пухових камер. Таким чином, для проєктування комбінезона обрано комбінований підхід: використання міцного ниткового шва для структурних елементів та обов'язкова повна герметизація всіх зовнішніх з'єднань термострічкою.

Вибір технологічних вузлів для високогірного комбінезона здійснюється шляхом пріоритезації зон, критичних для термозахисту. Наприклад вузол центральної наскрізної застібки є найбільш протяжним і складним у виробі, інтегруючи передню, нижню та задню частини. Він обробляється як єдиний безперервний шов з обов'язковим подвійним прострочуванням та наступною повною герметизацією термострічкою. Це запобігає проникненню вологи та виходу тепла по всій вертикальній осі виробу. Аналогічні вимоги застосовуються до вузла вшивання капюшона та капюшона-стійки, де конструкція має забезпечити максимальний захист обличчя та шиї, витримуючи вітрове навантаження на найбільшій висоті.

Нагрудні кишені, розташовані у рельєфному шві пілочки в районі лінії грудей, є критичними для зберігання та швидкого доступу до життєво необхідного обладнання (радіо, GPS, батареї). Технологічна обробка цього вузла має забезпечити повну герметичність та мінімізувати тепловтрати. Обробка цього вузла вимагає таких рішень:

- застосування інверсних, ламінованих або поліуретанових блискавок (Waterproof Zipper) для входу до кишені
- мішківина кишені виготовляється з пухонепроникної тканини та інтегрується у внутрішній простір, ізольований пуховим пакетом, що запобігає охолодженню вмісту.

- шов вшивання блискавки повністю проклеюється термострічкою з виворітного боку, відповідно до вимог обробки зовнішнього мембранного шару.

Функціональний реліф вузол, інтегрований у рельєфний шов пілочки, вимагає комбінованої обробки. Зовнішня частина вузла має бути повністю герметичною та ізольованою (завдяки утепленій планці та проклеюванню швів), тоді як внутрішня частина (еластичний тунель) обробляється м'яким, гіпоалергенним матеріалом, з мінімальною жорсткістю швів для забезпечення еластичності та фізіологічного комфорту.

Вибір технологічних вузлів мембранного комбінезона - це завжди баланс між міцністю ниткового з'єднання та потребою в повній водонепроникності.

Для вибору методів обробки потрібно враховувати такі фактори, як:

вид виробу, модель, конструкція виробу, матеріали, що використовуються, а також організаційно-технічні умови виробництва: тип виробництва, методи організації виробництва, потужність підприємства[15].

Вибір методів обробки виконується шляхом порівняння декількох варіантів обробки вузла.

Критеріями оцінки методів обробки виробу є якість, технологічність, значення витрат часу, зріст продуктивності праці. Якість методів обробки визначаються властивостями використаного обладнання, наявністю додаткових матеріалів, фурнітури, інженерної підготовки виробництва.

Методи обробки вузлів оцінюються на основі таких критеріїв:

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

Аналіз та оцінка трьох запропонованих варіантів обробки вузлів комбінезону виконується на основі встановлених критеріїв:

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

$$T_{\text{вуз}} = \sum t_{\text{т.н.о.}} \quad (3.1)$$

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

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

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

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

$$K_M = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{н/а} + \sum t_c}{T_{\text{вир.}}} \quad (3.2)$$

де t_m – норма часу машинних технологічних неподільних операцій, с; $t_{н/а}$ – норма часу напівавтоматичних технологічних неподільних операцій, с; t_{np} – 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:

$$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n} \cdot 100 \quad (3.3)$$

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, %

$$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d} \cdot 100 \quad (3.4)$$

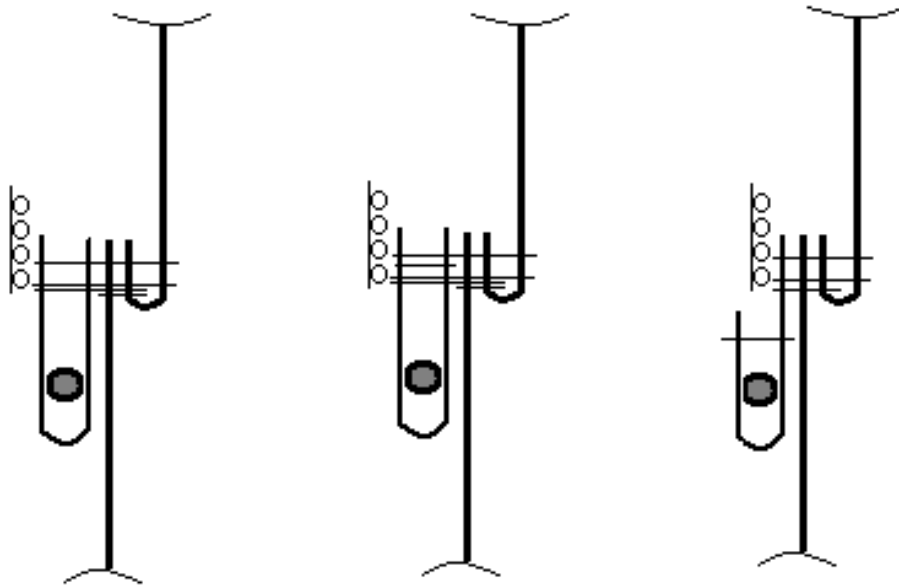
де T_d – діюча трудомісткість вузла за промисловою технологією, або самий трудомісткий варіант обробки, с;

T_n – нова трудомісткість запропонованого варіанту обробки, с.

5) Рівень споживчої якості у балах (максимальний рівень якості 1) [15].

Дані розрахунків варіантів обробки для кожного вузла оформлюються в табличній формі, відповідно таблицях 2.4 - 2.24. Варіанти методів обробки

куліски талії представлено на рисунку 3.1. Технологічна послідовність обробки за варіантами представлена в таблицях 3.1-3.2.



Варіант 1

Варіант 2

Варіант 3

Рисунок 3.1 – Варіанти методів обробки куліски талії

Таблиця 3.1- Технологічна послідовність обробки куліски талії комбінезону (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Зшити талієві зрізи верхньої і нижньої частини комбінезону	М	4	90	DDL- 5550N-7
2	Нарізати шнурок по розміру	Р	2	20	Ножиці, сантиметрова стрічка
3	Пришити закладену вдвоє куліску із шнуром до шва зшивання комбінезону по талії	М	2	70	DDL- 5550N-7

Кінець таблиці 3.1

4	Вистрочити шов талії	М	3	90	LH-3128-7
5	Проклеїти шов талії	С	3	70	HA-830-A
6	Витягнути один край шнурка через отвір пістона, прикріпити фіксатор і наконечник зав'язати вузол	Р	3	56	-
7	Пришити другий край шнурка до пілочки комбінезону	М	2	26	DDL- 5550N-7
Разом				422	

Таблиця 3.2- Технологічна послідовність обробки куліски (варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Нарізати шнурок по розміру	Р	2	20	Ножиці, сантиметрова стрічка
2	Застрочити куліску, вклавши в неї шнурок	М	3	62	DDL- 5550N-7
2	Зшити талієві зрізи верхньої і нижньої частини комбінезону	М	3	90	DDL- 5550N-7
3	Пришити куліску зі шнурком до шва зшивання комбінезону по талії	М	3	58	DDL- 5550N-7
4	Вистрочити шов талії	М	4	90	LH-3128-7
5	Проклеїти шов талії	С	3	70	HA-830-A
6	Витягнути один край шнурка через отвір пістона, прикріпити фіксатор і наконечник зав'язати вузол	Р	3	56	-

Кінець таблиці 3.2

7	Пришити другий край шнурка до пілочки комбінезону	М	2	26	DDL- 5550N-7
Разом				472	

Таблиця 2.3- Технологічна послідовність обробки куліски (варіант 3)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Нарізати шнурок по розміру	Р	2	20	Ножиці, сантиметрова стрічка
2	Застрочити куліску, вклавши в неї шнурок	М	3	62	DDL- 5550N-7
3	Зшити талієві зрізи верхньої і нижньої частини комбінезону пришиваючи одночасно куліску із шнуром	М	3	94	DDL- 5550N-7
4	Вистрочити шов талії	М	4	90	LH-3128-7
5	Проклеїти шов талії	С	3	70	HA-830-A
6	Витягнути один край шнурка через отвір пістона, прикріпити фіксатор і наконечник зав'язати вузол	Р	3	56	
7	Пришити другий край шнурка до пілочки комбінезону	М	3	26	DDL- 5550N-7
Разом				418	

Результати порівняння варіантів методів обробки за критеріями трудомісткість, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Аналіз методів обробки куліски талії комбінезону

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	472	418
Кількість ТНО	п	Од.	7	7
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		0,8	0,9
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_\delta - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	12,9
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_\delta - T_n}{T_\delta} \cdot 100$	%	-	11,4
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	1	2

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 3, тому що зменшується затрати часу на обробку куліски талії на 11,4%, збільшується коефіцієнт механізації обробки вузла, зростає продуктивність праці на 12,9%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

Варіанти методів обробки кишені в шві представлено на рисунку 3.2. Технологічна послідовність обробки за варіантами представлена в таблицях 3.5-3.7.

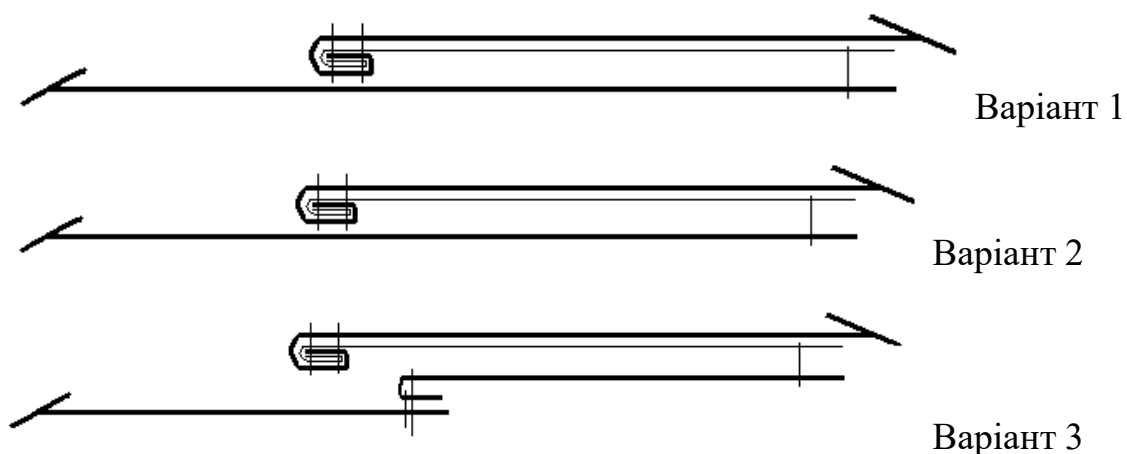


Рисунок 3.2 – Варіанти методів обробки кишені в шві

Таблиця 3.5- Технологічна послідовність обробки кишені в шві (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	Підігнути та застрочити вхід кишень разом з мішковиною	М	4	42	LH-3128-7
2	Настрочити середню деталь пілочки на бочок	М	3	30	LH-3128-7
3	Зшити мішковину кишень нагрудної бічної кишені	М	3	28	MO-6716S
4	Зробити закріпки на бічних верхніх кишенях(2)	Н/А	3	20	SPS/B(A)-B1201
Разом				130	

Таблиця 3.6- Технологічна послідовність обробки кишені в шві (варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	Підігнути та застрочити вхід бокових кишень разом з мішковиною	М	4	32	LH-3128-7 спец. пристосування G0217
2	Настрочити середню деталь пілочки на бочок	М	2	30	LH-3128-7
3	Зшити мішковину кишень нагрудної бічної кишені	М	3	28	DDL- 5550N-7
4	Зробити закріпки на бічних верхніх кишенях(2)	С	3	20	SPS/B(A)-B1201
Разом				110	

Таблиця 3.7- Технологічна послідовність обробки кишені в шві (варіант 3)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	Пришити нижню деталь підкладки кишені до пілочки	М	4	20	DDL- 5550N-7
2	Вистрочити шов пришивання підкладки кишені до пілочки	М	2	26	DDL- 5550N-7
3	Підігнути та застрочити вхід бокових кишень разом з мішковиною	М	3	32	LH-3128-7 спец. пристосування G0217
4	Настрочити середню деталь пілочки на бочок	Н/А	3	30	LH-3128-7
5	Зшити мішковину кишень нагрудної бічної кишені		3	28	DDL- 5550N-7
6	Зробити закріпки на бічних верхніх кишенях(2)			20	SPS/B(A)-B1201
Разом				156	

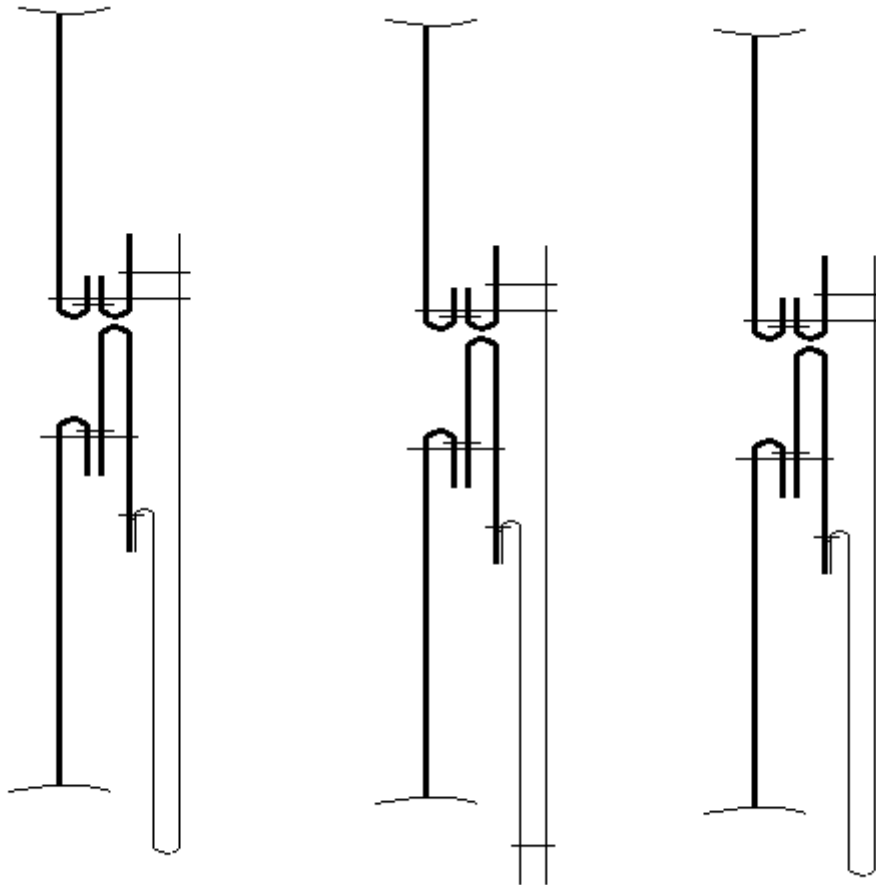
Результати порівняння варіантів методів обробки кишені в шві за критеріями трудомісткість, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Аналіз методів обробки кишені в шві комбінезону

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 1	Варіант 3
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	110	156
Кількість ТНО	п	Од.	4	6
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		1	1
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_d - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	41,8
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_d - T_n}{T_d} \cdot 100$	%	-	29,5
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	1	2

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 1, тому що зменшується затрати часу на обробку кишені в шві на 29,4%, зростає продуктивність праці на 41,8%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

Варіанти методів обробки кишені з листочкою представлено на рисунку 3.3. Технологічна послідовність обробки за варіантами представлена в таблицях 3.9-3.11.



Варіант 1

Варіант 2

Варіант 3

Рисунок 3.3 – Варіанти методів обробки кишені з листочкою

Таблиця 3.9- Технологічна послідовність обробки кишені з листочкою (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Намітити місце розміщення кишені на пілочці	Н/А	3	18	Лекало
2	Пришити обшивку входу в кишеню	М	3	50	DDL- 5550N-7
3	Розрізати вхід в кишеню	Р	2	25	Ножиці

Кінець таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
3	Вивернути кишеню на виворітній бік	Р	2	14	-
4	Вистрочити вхід в кишеню по нижній стороні входу, одночасно формуючи листочку з обшивки входу кишені	М	4	38	DDL- 5550N-7
5	Пришити зріз підкладки кишені до верхнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
6	Пришити другий зріз підкладки кишені до нижнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
7	Вистрочити вхід в кишеню по верхній стороні входу	М	3	25	DDL- 5550N-7
8	Зшити підкладку кишень по 2-х зрізах	М	3	34	DDL- 5550N-7
9	Зробити закріпки на кишенях(2)	С	3	10	SPS/B(A)-B1201
Разом				244	

Таблиця 3.10- Технологічна послідовність обробки кишені з листочкою
(варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Намітити місце розміщення кишені на пілочці	Р	2	18	Лекало
2	Пришити обшивку входу в кишеню	М	3	50	DDL- 5550N-7
3	Розрізати вхід в кишеню	Р	2	25	Ножиці
4	Вивернути кишеню на виворітній бік	Р	2	14	
5	Вистрочити вхід в кишеню по нижній стороні входу, одночасно формуючи листочку з обшивки входу кишені	М	4	38	DDL- 5550N-7
6	Пришити зріз підкладки кишені до верхнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
7	Пришити другий зріз підкладки кишені до нижнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
8	Вистрочити вхід в кишеню по верхній стороні входу	М	3	25	DDL- 5550N-7
9	Зшити підкладку кишень по 3-х зрізах	М	3	42	DDL- 5550N-7
10	Зробити закріпки на кишенях(2)	С	3	18	LK-1852-2

Разом				252	

Таблиця 3.11- Технологічна послідовність обробки кишені з листочкою
(варіант 3)

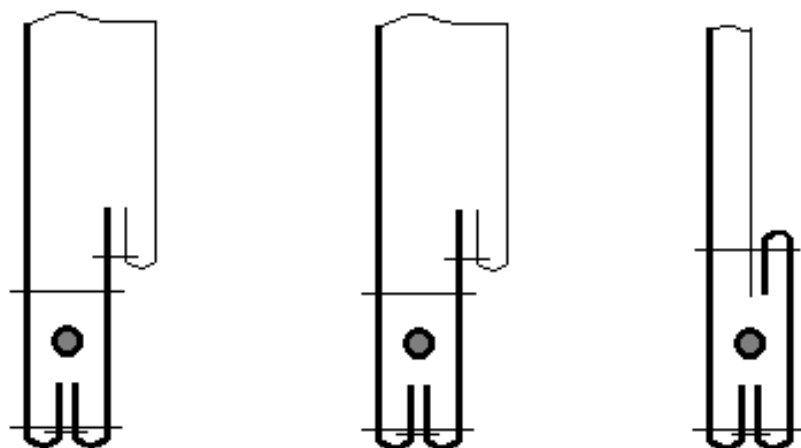
№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Пришити обшивку входу в кишеню відносно проколів і розрізати вхід в кишеню	Н/А	3	30	APW-195
2	Вивернути кишеню на виворітній бік	Р	2	14	-
3	Вистрочити вхід в кишеню по нижній стороні входу, одночасно формуючи листочку з обшивки входу кишені	М	4	38	DDL- 5550N-7
4	Пришити зріз підкладки кишені до верхнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
5	Пришити другий зріз підкладки кишені до нижнього зрізу обшивки	М	3	15	DDL- 5550N-7
6	Вистрочити вхід в кишеню по верхній стороні входу	М	3	25	DDL- 5550N-7
7	Зшити підкладку кишень по 2-х зрізах	М	3	34	DDL- 5550N-7
8	Зробити закріпки на кишенях(2)	С	3	10	SPS/B(A)-B1201
Разом				181	

Результати порівняння варіантів методів обробки кишені з листочкою за критеріями трудомісткості, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Аналіз методів обробки кишені з листочкою комбінезону

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	252	181
Кількість ТНО	п	Од.	10	8
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		0,8	0,9
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_o - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	39,2
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_o - T_n}{T_o} \cdot 100$	%	-	28,1
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	2	1

Варіанти методів обробки низу комбінезону представлено на рисунку 3.4. Технологічна послідовність обробки за варіантами представлена в таблицях 3.13-3.15. Результати порівняння варіантів методів обробки кишені з листочкою за критеріями трудомісткості, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.16.



Варіант 1

Варіант 2

Варіант 3

Рисунок 3.4 – Варіанти методів обробки низу комбінезону

Таблиця 3.13- Технологічна послідовність обробки низу комбінезону (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	Набити пістони на куліску	Н/А	3	24	RMA-841-E
	Пришити куліску до підкладки комбінезону	М	3	50	DDL- 5550N-7
2	Пришити нижній зріз куліски до низу комбінезону	М	3	85	DDL- 5550N-7
3	Вистрочити куртку по низу	М	3	90	DDL- 5550N-7
4	Вставити шнурок в отвори пістонів куліски, зав'язати вузли	Р	2	20	-
5	Намітити розташування настрочування куліски	Р	2	30	Мило, лінійка
6	Настрочити куліску по низу комбінезону	М	3	84	DDL- 5550N-7
Разом				383	

Таблиця 3.14- Технологічна послідовність обробки низу комбінезону
(варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	Набити пістони на куліску	Н/А	3	24	RMA-841-E
	Пришити обшивку низу (куліску) до підкладки комбінезону	М	3	50	DDL- 5550N-7
2	Пришити нижній зріз куліски до низу комбінезону	М	3	85	DDL- 5550N-7
3	Вистрочити куртку по низу	М	3	80	DDL- 5550N-7 спец. лапка CL-20
4	Вставити шнурок в отвори пістонів куліски, зав'язати вузли	Р	2	20	-
5	Настрочити куліску по низу комбінезону	М	3	84	DDL- 5550N-7 магнітний обмежувач G20
Разом				343	

Таблиця 3.15- Технологічна послідовність обробки низу комбінезону
(варіант 3)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Набити пістони на куліску	Н/А	3	24	RMA-841-E
	Пришити обшивку низу (куліску) до підкладки комбінезону	М	3	50	DDL- 5550N-7

Кінець таблиці 3.15

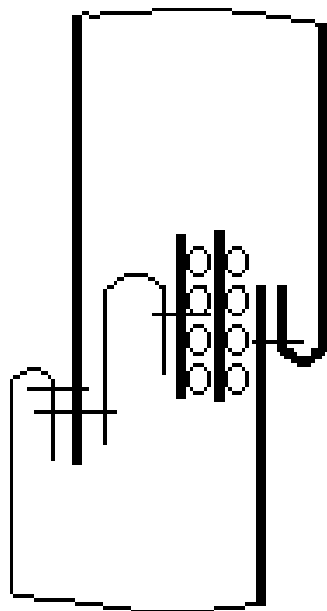
1	2	3	4	5	6
2	Пришити нижній зріз куліски до низу комбінезону	М	3	85	DDL- 5550N-7
3	Вистрочити куртку по низу	М	3	90	DDL- 5550N-7
4	Вставити шнурок в отвори пістонів куліси, зав'язати вузли	Р	2	20	-
5	Настрочити куліску на підкладку	М	3	110	DDL- 5550N-7
Разом				379	

Таблиця 3.16 – Аналіз методів обробки низу комбінезону

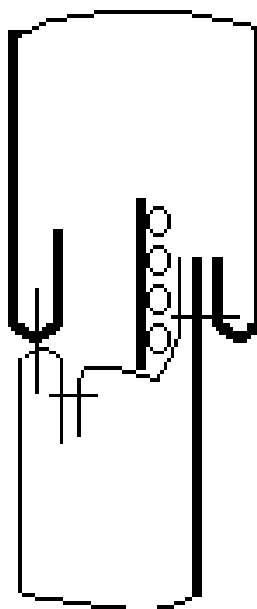
Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 1	Варіант 2
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	Т	с	383	343
Кількість ТНО	п	Од.	6	5
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		0,86	0,92
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_o - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	11,6
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_o - T_n}{T_o} \cdot 100$	%	-	10,4
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	2	1

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 2, тому що зменшується затрати часу на обробку низу на 10,4%, збільшується коефіцієнт механізації обробки вузла, зростає продуктивність праці на 11,6%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

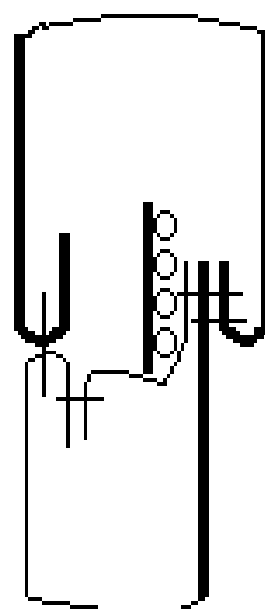
Варіанти методів вшивання капюшону в горловину представлено на рисунку 3.5. Технологічна послідовність обробки за варіантами представлена в таблицях 3.17-3.19.



Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3

Рисунок 3.5 – Варіанти методів обробки вшивання капюшону в горловину

Таблиця 3.17- Технологічна послідовність обробки вшивання капюшона в горловину (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Вшити нижній комір у горловину	М	3	50	DDL- 5550N-7
2	Проклеїти шов вшивання нижнього капюшона у горловину	С	3	45	НА-830-А
3	Пришити прикріплювач капюшона до куска клеєвої стрічки	М	3	15	DDL- 5550N-7

Кінець таблиці 3.15

1	2	3	4	5	6
4	Прикріпити клеєву стрічку разом з прикріплювачем капюшона до проклеєного шва горловини	С	4	15	НА-830-А
5	Вшити верхній комір у горловину	М	3	50	DDL- 5550N-7
6	Скріпити другу сторону прикріплювача до зрізів горловини і верхнього капюшона	М	3	15	DDL- 5550N-7
Разом				190	

Таблиця 3.18- Технологічна послідовність обробки вшивання капюшона в горловину (варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Вшити нижній комір у горловину, вставляючи прикріплювач	М	3	55	DDL- 5550N-7
2	Проклеїти шов вшивання нижнього капюшона у горловину	М	3	45	НА-830-А
3	Вшити верхній комір у горловину	М	3	50	DDL- 5550N-7
4	Скріпити другу сторону прикріплювача до зрізу горловини підкладки	М	3	15	DDL- 5550N-7
Разом				165	

Таблиця 3.19- Технологічна послідовність обробки вшивання капюшона в горловину (варіант 3)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Вшити нижній комір у горловину	М	3	50	DDL- 5550N-7
2	Пришити прикріплювач капюшона до зрізів нижнього капюшона і горловини	С	3	15	DDL- 5550N-7
3	Проклеїти шов вшивання нижнього капюшона у горловину	М	3	45	НА-830-А
5	Вшити верхній комір у горловину	М	3	50	DDL- 5550N-7
6	Скріпити другу сторону прикріплювача до зрізів горловини і верхнього капюшона	М	3	15	DDL- 5550N-7
Разом				175	

Результати порівняння варіантів методів вшивання капюшона в горловину за критеріями трудомісткість, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 – Аналіз методів обробки вшивання капюшона в горловину

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 1	Варіант 3
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	190	165
Кількість ТНО	п	Од.	6	4
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		1	1
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_o - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	15,1
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_o - T_n}{T_o} \cdot 100$	%	-	13,1
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	1	2

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 3, тому що зменшується затрати часу на обробку вшивання капюшона в горловину на 13,1%, зростає продуктивність праці на 15,1%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

Варіанти методів обробки планки представлено на рисунку 3.6.



Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3

Рисунок 3.6 – Варіанти методів обробки планки

Технологічна послідовність обробки планки за варіантами представлена в таблицях 3.21-3.23.

Таблиця 3.21- Технологічна послідовність обробки планки (варіант 1)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Обшити планку по двох зрізах з синтепоном	М	3	30	DDL- 5550N-7
2	Вісікти кутики планки	Р	2	10	Ножиці
3	Вивернути планку на лицеву сторону виправляючи кути	Р	2	15	-
5	Вистрочити планку	М	3	70	DDL- 5550N-7
6	Скріпити зрізи планки	М	3	30	DDL- 5550N-7
7	Намітити місце набивання верхніх кнопок(5)	Р	2	30	Лекало, олівець
8	Набити верхні кнопки на планку(5)	Н/А	3	50	RMA-841-E
Разом				235	

Таблиця 3.22- Технологічна послідовність обробки планки (варіант 2)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Обшити планку по двох зрізах з синтепоном	М	3	30	DDL- 5550N-7
2	Вісікти кутики планки	Р	2	10	Ножиці
3	Вивернути планку на лицеву сторону виправляючи кути	Р	2	15	-

Кінець таблиці 3.22

1	2	3	4	5	6
5	Вистрочити планку	М	3	70	DDL- 5550N-7
6	Скріпити зрізи планки	М	3	30	DDL- 5550N-7
7	Набити верхні кнопки на планку по намітках (проколах)	Н/А	3	50	RMA-841-E
Разом				205	

Таблиця 3.23- Технологічна послідовність обробки планки (варіант 3)

№	Зміст технологічно-неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу, с	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1	Обшити планку по трьох зрізах з синтепоном	М	3	50	КМ-350А-7S(N)
2	Вісікти кутики планки	Р	2	10	Ножиці
3	Вивернути планку на лицеву сторону виправляючи кути	Р	2	15	-
5	Вистрочити планку	М	3	70	DDL- 5550N-7
6	Скріпити зрізи планки	М	3	30	
7	Намітити місце набивання верхніх кнопок	Р	2	30	Лекало, олівець
8	Набити верхні кнопки на планку	Н/А	3	50	RMA-841-E
Разом				255	

Результати порівняння варіантів методів обробки планки комбінезону за критеріями трудомісткості, коефіцієнт механізації, зростання продуктивності праці та зниження трудомісткості представлено в таблиці 3.24.

Таблиця 3.24 – Аналіз методів обробки планки комбінезону

Найменування критерію	Умовне позначення чи формула розрахунку	Одиниці виміру	Чисельне значення	
			Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4	5
Трудомісткість вузла	T	с	205	255
Кількість ТНО	п	Од.	7	8
Коефіцієнт механізації обробки вузла	$K_m = \frac{\sum t_m + \sum t_{np} + \sum t_{n/a}}{T_{вир.}}$		0,88	0,78
Зріст продуктивності праці	$ЗПТ = \frac{T_o - T_n}{T_n} \cdot 100$	%	-	26,8
Зниження витрат часу на обробку	$ЗВЧ = \frac{T_o - T_n}{T_o} \cdot 100$	%	-	21,6
Рівень споживчої якості	максимальний рівень якості - 1	бали	1	2

Висновок: для впровадження доцільно обрати варіант 2, тому що зменшується затрати часу на обробку планки на 21,6%, збільшується коефіцієнт механізації обробки вузла, зростає продуктивність праці на 26,8%, також в цьому методі більший рівень споживчої якості.

3.1.2. Технологія формування пухових пакетів. Обґрунтування застосування підвішеної конструкції (Floating Baffle System)

Для досягнення максимальної термоізоляційної ефективності та збереження цілісності зовнішнього мембранного шару застосовується інноваційна технологія підвішеного (плаваючого) пухового пакета. Технологія плаваючого пакета (Floating Baffle) — це концепція, яка об'єднує принципи термofізики та конструювання спеціального одягу та базується на законах теплофізики, які доводять, що найбільш ефективним ізолятором є нерухоме повітря, а будь-який тиск або місток холоду знижує термічний опір матеріалу [39]. Тому конструктивне рішення передбачає формування повністю

ізолюваного блоку, приєднання якого до зовнішньої мембрани здійснюється безнитковими методами (склеюванням) лише по периметру.

На відміну від традиційної Box Baffle Construction, де перегородки пришиваються до обох шарів тканини, дана методика повністю ізолює утеплювальний блок від зовнішнього захисного шару. Пухові камери формуються як повністю автономний внутрішній модуль. Стрічки-перегородки з'єднуються лише з підкладковою тканиною з обох кінців, а підкладкова тканина огортає пухонаповнювач, містить його рівномірно всередині утворених камер. Така технологія зберігає зовнішню мембрану цілою, не пошкодженою проколами від швейних голок при формуванні камер.

Технологічна послідовність інтеграції:

1. Н-подібні пухові камери з тонкої підкладкової тканини (рисунк 3.7) з'єднуються та наповнюються з високою точністю дозування, утворюючи готовий внутрішній утеплювальний пакет.

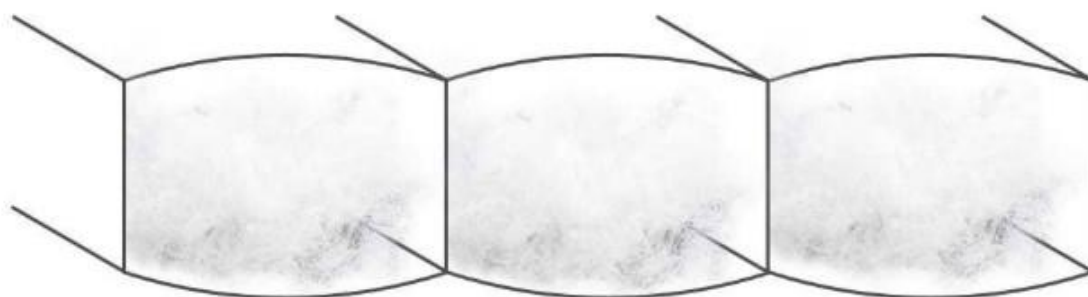


Рисунок 3.7 – Н-подібні пухові камери з тонкої підкладкової тканини

2. З'єднання утеплювального пакета із зовнішнім мембранним шаром відбувається виключно на периферійних конструктивних вузлах (манжети, горловина, центральна застібка) або виконується безнитковими методами (термосклеюванням або клейовою фіксацією) або ж у прихованих швах.

Така конструкція забезпечує збереження максимального об'єму пуху (що означає кращу теплоізоляцію), запобігає утворенню “містків холоду” при стиску або розгинанні частин комбінезона, забезпечує рівномірний розподіл

пуху – навіть при активних рухах, зміні положення тіла, тривалих експедиціях, згинах/розгинаннях суглобів.

Завдяки такому підходу цілісність мембрани зберігається на 99% площі стана, що є критично важливим для виробів, розрахованих на екстремальні умови експлуатації.

3.2. Вибір обладнання

На етапі вибору методів обробки, спершу оцінюють ефективність використання сучасних зшивних та спеціальних швейних машин, машин напівавтоматів, нових покращених клейових матеріалів, засобів малої механізації та ін. Деталі одягу обробляють різними методами, в залежності від застосованих операцій машин, інструментів і пристосувань. Характеристики швейних машин загального та спеціального призначення подані в таблицях 3.25., 3.26, 3.27, 3.28.

Таблиця 3.25 – 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
DDL-5550N-7 Juki Японія	Зшивання, обшивання, пришивання, настрочування	301	5500	5,5	5,5	Автоматичне обрізання ниток, підйом притискної лапки, зупинка голки у заданому положенні

Кінець таблиці 3.25

1	2	3	4	5	6	7
LN-3128-7 Juki Японія	Вистрочування, застрочування двома строчками одночасно	301	5000	4,0	4,0	Голкова подача тканини з автоматичною обрізкою нитки, зупинка голки у заданому положенні, відключення однієї голки

Таблиця 3.26 – Характеристика швейних напівавтоматів

Клас (марка), фірма-виробник	Технологічне призначення	Кодове позначення стібка (ДСТУ ISO 4916 2005)	Максимальна частота обертання головного валу, хв ⁻¹	Використання голки	Висота підйому лапки, мм	Максимальна довжина стібка, мм	Відстань між голками, мм	Додаткові відомості
1	2	3	4	5	6	7	8	9
APW-240 «Juki»	Виготовлення прорізної кишені	301	2500	DP x 17 #16 #18	10	3,4	10	Прорізання входу в кишеню Мікропроцесорне керування
SPS/B(A)-B1201	Виготовлення закріпок	304	2700	DP x 17 #11 #19	17	0,1-10	-	Електронно-керована

Таблиця 3.27 - Машина для проклеювання швів за допомогою гарячого повітря НА-830-А . Технічні характеристики

Модель	НА-830-А
Компресорне повітря	6 атм.(хв.)
Розхід повітря	3 CFM (макс.)
Робоча швидкість	6.6 м/хв. – 12 м/хв.
Максимальна клейова температура	750 С
Нагрівальний елемент	АС 110V, 1500W
Висота підйому ролика	25мм
<i>Ширина ролика</i>	25мм (стандарт)

Таблиця 3.28– Машина для тестування швів на водонепроникність НА-830-А. Технічні характеристики

Модель	НА-830-А
Діаметр випробовуваного вікна	9.5см
Діапазон випробовуваного тиску	0 – 1кг/см ²
Джерело живлення	Ручний
<i>Зразок</i>	12X12см

Таким чином, підібрано комплект технологічного обладнання, що включає високошвидкісні універсальні машини з автоматичними функціями (Juki DDL-5550N-7), спеціалізовані напівавтомати для виготовлення закріпок та кишень, а також критично важливе обладнання для термічної обробки — машину для герметизації швів гарячим повітрям (НА-830-А). Використання спеціалізованих лапок (тефлонових, для вшивання блискавок), дотримання режимів ВТО та герметизації забезпечує збереження властивостей мембрани та пухового наповнювача. Вибір обладнання забезпечує виконання як традиційних швейних операцій, так і специфічних процесів роботи з термопластичними матеріалами.

3.3 Розробка технологічної послідовності операцій виготовлення базової моделі комбінезона

Технологічну послідовність виготовлення базової моделі комбінезону представлено в таблиці 3.29. Технологічна послідовність виготовлення базової моделі комбінезона враховує складність монтажу багатошарової структури («сендвіча»), що характерно для висотних пухових виробів. Особливу увагу в структурі процесу приділено раціональному монтажу складних функціональних елементів: наскрізної центральної застібки та розробленого реліф-вузла, що гарантує високу інженерну функціональність та конкурентоспроможність виробу в умовах промислового виробництва.

Таблиця 3.29 – Технологічна послідовності операцій виготовлення базової моделі комбінезона

№	Зміст технологічно–неподільної операції	Спеціальність	Розряд	Норма часу	Обладнання
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчі та розкрійні роботи					
1.1	Розкрій деталей верху (мембрани), підкладки, посилюючих накладок, сітки (вентиляційний отвір), трикотажного полотна (манжети рукавів), тонкий поліамідний матеріал (30–40 г/м ²) (внутрішні підзори), Nylon/spandex 10–15% (тунель реліф-вузла)	С	3	252	
1.2	Нанесення контрольних міток, ліній кишень, розмітки пухових пакетів.	Р	3	138	

Продовження таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
1.3	Обробка та пришивання посилюючих накладок (Cordura/Kevlar) до основних деталей (пояс, коліна, сидниці, низ штанин).	М	3	140	DDL-5550N-7 Juki
2.Заготівельна секція					
2.1	Отримання пачки деталей крою куртки	р	3	60	
2.2	Нумерація деталей крою	р	3	120	
2.3	Розкладання деталей по пачкам	р	3	240	
3Підготовчі операції комплектування крою					
3.1	Нарізати застібку «Велькро» (петля, шириною 2,0 см) довжина 10,0 см для клапана центральної блискавки (4шт на одну одиницю.)	р	2	30	
3.2	Нарізати застібку «Велькро» (крючок шириною 4,0 см) довжина 6,0 см для капюшона-стійки капюшона (2шт на одну одиницю.)	р	2	30	
3.3	Нарізати застібку «Велькро» (крючок шириною 2,5 см) довжина 6,0 см хлястика манжети (4шт. на одну одиницю.)	р	2	30	

Продовження таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
3.4	Нарізати шнур-резинку для куліси капюшона куртки довжиною 63,0 см (1шт. на одну одиницю.)	р	2	30	
5. Обробка пухових пакетів та дрібних деталей					
5.1	Підготовка пухових пакетів: Зшивання зовнішніх та внутрішніх (підкладкових) частин деталей по контурних лініях майбутніх пухових секцій.	М	3	650	DDL-5550N-7 Juki
5.2	Обробка входу в кишені (нагрудні, функціональні). Вшивання блискавок у кишені та фронтального санітарного вузла.	М	3	230	DDL-5550N-7 Juki
5.3	Обробка манжет: оформлення манжети (петля для пальця) зі стрейч-трикотажу FlashDry, з'єднання її з деталлю низу рукава (підкладкова).	М	3	230	DDL-5550N-7 Juki
5.4	Обробка пати для регулювання низу рукава (Velcro).	М	3	420	DDL-5550N-7 Juki
5.5	Підготовка манжети реліф вузла.	М	3	420	LH-3128-7 Juki

Продовження таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
6. Збирання та утеплення основних вузлів					
6.1	Заповнення пухом підготовлених секцій (камер) на деталях підкладки.	С	3	270	Пухонаповнювальна машина; ваги високої точності
6.2	Обробка вузла фронтального санітарного доступу (у рельєфі пілочки)	М	3	425	DDL-5550N-7 Juki
6.2	Розмітка та дублювання входу в спец-вузол.	М	3	125	

Продовження таблиці 3.5

6.3	Пришивання захисних планок, внутрішнього утепленого підзору та вологостійкої блискавки до країв рельєфу (у визначеному сегменті).	М	3	245	DDL-5550N-7 Juki
6.4	Обробка та зшивання рельєфних швів пілочки.	М	3	430	DDL-5550N-7 Juki
6.5	Обробка вентиляційних отворів у передніх швах рукавів: вшивання блискавок та сітчастих вставок.	М	3	230	DDL-5550N-7 Juki
7. З'єднання основних деталей та формування тулуба					
7.1	Зшивання плечових швів ліфа.	М	3	145	DDL-5550N-7

Продовження таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
7.2	Обробка капюшона та капюшона: з'єднання деталей обшивки, формування регулюючих елементів (куліс). Вшивання синтетичної теплоізоляції у внутрішній комір. Вшивання капюшона в горловину виробу.	М	3	235	Juki
7.3	З'єднання наколінних виточок, деталей штанів по середніх та крокових швах.	М	3	320	DDL-5550N-7
7.4	Зшивання бічних швів (від пройми до лінії кроку).			145	DDL-5550N-7 Juki
8. Монтаж центральної застібки та внутрішнього клапана.					
8.1	Вшивання наскрізної блискавки (з трьома бігунками) у центральний шов від верху стійки капюшона, через центр пілочки, кроковий шов, до задньої частини (мітка - поперек).	М	3	250	DDL-5550N-7 Juki
8.2	Пришивання внутрішнього утепленого клапана вздовж лінії блискавки (зсередини).	М	3	420	DDL-5550N-7 Juki
8.3	Обробка та пришивання зовнішнього асиметричного вітрозахисного клапана (з синтетичним утепленням), як частини правої пілочки.	М	3	255	DDL-5550N-7 Juki -7

Продовження таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
9.Монтаж деталей верху.					
9.1	Збирання рукавів. Вшивання рукавів у пройми.	М	3	360	DDL-5550N-7 Juki
9.2	Монтаж внутрішньої підтримувальної системи: Пришивання регульованих лямок з фастексами зсередини по лінії талії.	М	3	460	DDL-5550N-7 Juki
9.3	Обробка низу штанин обшивками	М	3	120	DDL-5550N-7 Juki -7
10 Герметизація					
10.1	Герметизація швів: термозапечатування всіх основних зовнішніх конструктивних швів (плечові, бічні, крокові, шви рельєфів, шви вшивання рукавів) водонепроникною стрічкою.	С	4	450	НА-830-А
10.2	Герметизація швів: термозапечатування всіх основних зовнішніх конструктивних швів (плечові, бічні, крокові, шви рельєфів, шви вшивання рукавів) водонепроникною стрічкою.	С	4	450	НА-830-А

Кінець таблиці 3.29

1	2	3	4	5	6
11. Монтаж утепленої підкладки у весь виріб.					
11.1	Збирання деталей підкладки: Зшивання плечових, бічних, крокових швів підкладки.	М	3	245	DDL- 5550N-7 Juki
11.2	Точкове кріплення пухової капсули до мембранної оболонки в ключових точках (плечі, під пахвами, лінія талії, коліна) за допомогою термосклеювання.	М	3	420	DDL- 5550N-7 Juki
11.3	З'єднання по периметру, до контурів зовнішнього шару комбінезона: пришивання країв пухової капсули по лінії рельєфа, до тасьми центральної блискавки та блискавок кишень/санітарних вузлів, низу рукавів, штанин.	М	3	420	DDL- 5550N-7 Juki -7
11.4	Обробка горловини та капюшона: Вкладання пухового капюшона в мембранний капюшон, з'єднання по лінії лицьового вирізу.	М	3	350	DDL- 5550N-7 Juki
11.5	Монтаж внутрішнього тунелю- «мішковини» з еластичною манжетою-виходом на кінці.	М	3	350	DDL- 5550N-7 Juki
	ВСЬОГО			9910	

Розроблена технологія є раціональною, ресурсоефективною та дозволяє виготовити конкурентоспроможний виріб спеціального призначення в умовах промислового виробництва.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В розділі розроблено та обґрунтовано технологічний процес виготовлення чоловічого високогірного комбінезона для екстремальних умов. Встановлено, що специфіка мембранних матеріалів вимагає комбінованого підходу до з'єднання деталей. Обрано нитковий метод з'єднання для забезпечення конструктивної міцності силових вузлів з обов'язковою наступною герметизацією швів. Це дозволяє зберегти водонепроникність виробу, нівелюючи наслідки проколів матеріалу голкою.

Ключовим технологічним рішенням стало впровадження системи «Floating Baffle» (плаваючий пакет). Ця технологія дозволяє розділити функції захисту (зовнішня оболонка) та теплоізоляції (внутрішня капсула). Такий підхід мінімізує кількість наскрізних швів на мембрані, усуває «містки холоду» та забезпечує рівномірний розподіл пуху ProDown (900 fill).

Розроблена технологічна послідовність (ТПО) побудована за принципом неподільних операцій і враховує складність монтажу багатошарової структури («сендвіча»). Особливу увагу приділено послідовності складання складних функціональних вузлів: наскрізної центральної застібки з санітарною функцією та рельєфних вузлів пілочки.

Підібрано комплект технологічного обладнання, що включає високошвидкісні універсальні машини з автоматичними функціями (Juki DDL-5550N-7), спеціалізовані напівавтомати для виготовлення закріпок та кишень, а також критично важливе обладнання для термічної обробки — машину для герметизації швів гарячим повітрям (HA-830-A). Використання спеціалізованих лапок (тефлонових, для вшивання блискавок), дотримання режимів ВТО та герметизації забезпечує збереження властивостей мембрани та пухового наповнювача. Вибір обладнання забезпечує виконання як традиційних швейних операцій, так і специфічних процесів роботи з термопластичними матеріалами.

Таким чином, розроблена технологія є раціональною, ресурсоефективною та дозволяє виготовити конкурентоспроможний виріб спеціального призначення в умовах промислового виробництва. За розробленою технологією відшито виріб – комбінезон для високогірного сходження.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В конструкторському розділі на основі аналізу екстремальних умов експлуатації (наднизькі температури, сильний вітер, гіпоксія) та вивчення світових аналогів було визначено, що цільний утеплений комбінезон є найбільш ефективним видом одягу, який виконує функцію зовнішнього захисного шару у багатошаровій системі екіпірування. Розроблено базову конструкцію чоловічого пухового комбінезона, що враховує необхідні конструктивні надбавки на товщину пакету матеріалів, свободу динамічних рухів альпініста та сумісність зі страхувальними системами. Проведено нормування матеріалів, яке показало, що для виготовлення одного комбінезона, за умови оптимізованого зонального розподілу утеплювача, необхідно близько 4,65 м² мембранної тканини та 413 г пухового утеплювача (Fill Power 900). Створено повний комплект проєктно-конструкторської документації, що є необхідною базою для впровадження розробленої моделі у промислове виробництво.

2. В спецрозділі розроблено та обґрунтовано концепцію нового спеціального конструкторського вузла — «Internal Access Tunnel System» (тунельна система доступу). Конструктивне рішення реалізовано у вигляді багатошарової системи (зовнішня герметична блискавка, внутрішній утеплений підзор та еластичний тунель з манжетою), що створює надійний подвійний бар'єр від холоду та вітру. Практичне значення цього вузла полягає у підвищенні ергономічності та скороченні часу на санітарні процедури до 4–5 секунд, що критично мінімізує ризики обморожень пахової зони в умовах екстремальних висот (до –50°C).

3. В технологічному розділі встановлено, що для забезпечення структурної міцності та водонепроникності мембранних матеріалів необхідно застосовувати комбінований метод з'єднання: нитковий шов для міцності із обов'язковою наступною герметизацією швів спеціальною термострічкою. Впроваджено технологію «Floating Baffle System» (плаваючий пакет). Цей метод розділяє функції захисної оболонки та теплоізоляційної капсули, що усуває «містки холоду» та забезпечує рівномірний розподіл пуху ProDown (900 fill), зберігаючи при цьому цілісність зовнішньої мембрани. Розроблено раціональну технологічну послідовність виготовлення (ТПО) та підібрано комплект спеціалізованого обладнання (включаючи машину для герметизації швів НА-830-A), що робить процес технологічно обґрунтованим і придатним для промислового виробництва.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. TURBAT — одяг та спорядження для пригодницьких подорожей [Електронний ресурс] // Turbat. – Режим доступу: <https://www.turbat.ua/about-us>
2. Fram Equipment. «Our history» [Електронний ресурс] // Fram Equipment. – Режим доступу: <https://fram-equip.com/>
3. Rock Front. «Про нас» [Електронний ресурс] // ROCK FRONT– Режим доступу: <https://www.rockfront.com.ua/about-us/>
4. Commandor. «Турисуючі спорядження і одяг» [Електронний ресурс] // Commandor. – Режим доступу: <http://commandor.com/>
5. Fahrenheit. «Fahrenheit — одяг і аксесуари для активного відпочинку» [Електронний ресурс] // Flagman.ua. – Режим доступу: <https://flagman.ua/pages/brands>
6. Turbat Ultralight Down Sleeping Bag — переможець ISPO Award 2022, з описом конструкції, утеплення пухом, балансу ваги та тепла [Електронний ресурс] // ispo.com. – Режим доступу: https://www.turbat.ua/turbat_ukrainian/spalnyk-puhovyi-turbat-ultralight.html?srsId=AfmBOoprLUKEaCWhwQH85EvLOWVedWGPadEPWg7cCG6Mh9qAr3zXgich
7. Arc'teryx. Best GORE-TEX Jackets [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://arcteryx.com/us/de/product-advice/best-gore-tex-jackets?utm_source=chatgpt.com
8. Текстиль: екологічно чисті матеріали та стандарти безпеки [Електронний ресурс] / Living Planet – “Текстиль” – Режим доступу: <https://gpp.livingplanet.org.ua/tekstil.html>
9. Standards for responsible textile production: bluesign® certification [Електронний ресурс] / Deuter – <https://www.deuter.com/lt-en/responsibility/standards>
10. OEKO-TEX® — офіційний сайт: Режим доступу: <https://www.oeko-tex.com>
11. bluesign® — офіційний сайт: Режим доступу: <https://www.bluesign.com>
12. Heggie, T. Mountaineering: The Freedom of the Hills / T. Heggie. – Seattle: The Mountaineers Books, 2022. – 704 p.
13. McConnell, C. Outdoor Clothing Technology: Layering and Insulation / C. McConnell. – London: Routledge, 2019. – 256 p.

14. The North Face. Our Story [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.thenorthface.com/en-us/about-us/our-story>
15. The North Face [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://www.thenorthface.com>
16. Kailas [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://kailasgear.com/>
17. Kailas Mont-Wstp Down Suit Men's [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії Kailas. – Режим доступу: https://kailasgear.com/products/mont-wstp-down-suit-men?srsltid=AfmBOooeYh_m_fC7blW9cBRFO1wPN5O6HstCROewEeKDFWlR4Wz0SkBj&variant=39783902838978
18. Rab [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії Rab. – Режим доступу: <https://www.rab.equipment>
19. Arc'teryx Alpha SV Jacket [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії Arc'teryx. – Режим доступу: <https://arcteryx.com/us/en/shop/mens/alpha-sv-jacket>
20. Mammut [Електронний ресурс] – Офіційний сайт компанії. – Режим доступу: <https://www.mammut.com>
21. ДСТУ EN 13402-1:2009. Одяг. Познаки розмірів. Частина 1. Терміни, визначення понять та вимірювання тіла. – Київ : Держспоживстандарт України, 2010. – 20 с
22. ДСТУ EN ISO 8559-1:2019. Одяг. Визначення розмірів. Частина 1. Антропометричні визначення для вимірювання тіла (EN ISO 8559-1:2019, IDT; ISO 8559-1:2017, IDT). — [Чинний від 2020-01-01]. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. — 56 с.
23. ДСТУ EN 13402-2:2009. Одяг. Познаки розмірів. Частина 2. Основні та додаткові виміри. – Київ : Держспоживстандарт України, 2010. – 28 с.
24. Колосніченко М. В. Конструювання швейних виробів : підручник / М. В. Колосніченко, Л. І. Зубкова, К. Л. Пашкевич, Т. О. Полька. — Київ : КНУТД, 2020. — 420 с.
25. Славінська А. Л. Конструювання одягу : навчальний посібник / А. Л. Славінська. — Хмельницький : ХНУ, 2018. — 340 с.

26. ДСТУ 3278-95. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Швейна промисловість. Терміни та визначення. — Введ. 01.01.1997. — Київ : Держстандарт України, 1996. — 28 с.
27. Блох, М. Є. Технологія конструювання одягу. — Київ : Легпромбізнес, 2003. — 256 с.
28. Aldrich W. Metric Pattern Cutting for Menswear / Winifred Aldrich. — 5th ed. — Oxford : Wiley-Blackwell, 2011. — 186 p.
29. Кулешова, Л. П., Бичківська, Н. П. Конструювання швейних виробів. — Київ: КНУТД, 2015. — 312 с.
30. Бойко, Г. М. Основи конструювання швейних виробів. — Київ : КНУТД, 2014. — 308 с.
31. Грудська, Т. І., Бутенко, Л. П. Конструювання деталей одягу. — Київ : Освіта України, 2016. — 268 с.
32. Бичківська, Н. П., Халаїм, Т. С. Методичні рекомендації з виконання лекал-еталонів. — Київ : КНУТД, 2018. — 42 с.
33. Тарасюк, Л. В., Щепетильникова, С. М. Конструктивно-технологічна підготовка одягу. — Київ : КНУТД, 2020. — 240 с.
34. Мартинюк, Л. П. Конструювання та моделювання одягу: навч. посібник. — Львів : Вид-во ЛНУ, 2012. — 332 с.
35. Брижата В. П., Брижата Г. В. Матеріалознавство швейних виробів. — Київ: КНУТД, 2017. — 364 с.
36. Поліщук Г. С. Технологія швейних виробів. — Київ: КНУТД, 2018. — 412 с.
37. Мартинюк О. В., Герасимова Г. І. Проектування швейних виробів. — Київ: КНУТД, 2016. — 290 с.
38. ДСТУ 3115-95. Швейні вироби. Терміни та визначення. — Київ: Держспоживстандарт України.
39. Третьякова Л. Д. Просування спеціального одягу зі заданими теплозахисними властивостями : навч. посіб. Київ : КНУТД, 2016. 184 с.
40. Березненко С. М., Власенко В. І. Сучасні методи з'єднання деталей швейних виробів : монографія. Київ : КНУТД, 2019. 210 с.

АНОТАЦІЯ

Назаренко І.В кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення одягу для високогірних альпіністів» за спеціальністю 182 «Технології легкої промисловості», освітня програма Конструювання та технології швейних виробів, 2025 р.

В конструкторському розділі на основі аналізу екстремальних умов експлуатації (наднизькі температури, сильний вітер, гіпоксія) та вивчення світових аналогів було визначено, що цільний утеплений комбінезон є найбільш ефективним видом одягу, який виконує функцію зовнішнього захисного шару у багатошаровій системі екіпірування. Розроблено базову конструкцію чоловічого пухового комбінезона, що враховує необхідні конструктивні надбавки на товщину пакету матеріалів, свободу динамічних рухів альпініста та сумісність зі страхувальними системами. Проведено нормування матеріалів, яке показало, що для виготовлення одного комбінезона, за умови оптимізованого зонального розподілу утеплювача, необхідно близько 4,65 м² мембранної тканини та 413 г пухового утеплювача (Fill Power 900). Створено повний комплект проєктно-конструкторської документації, що є необхідною базою для впровадження розробленої моделі у промислове виробництво.

В спецрозділі розроблено та обґрунтовано концепцію нового спеціального конструкторського вузла — «Internal Access Tunnel System» (тунельна система доступу). Конструктивне рішення реалізовано у вигляді багатошарової системи (зовнішня герметична блискавка, внутрішній утеплений підзор та еластичний тунель з манжетою), що створює надійний подвійний бар'єр від холоду та вітру. Практичне значення цього вузла полягає у підвищенні ергономічності та скороченні часу на санітарні процедури до 4–5 секунд, що критично мінімізує ризики обморожень пахової зони в умовах екстремальних висот (до –50°C).

В технологічному розділі встановлено, що для забезпечення структурної міцності та водонепроникності мембранних матеріалів необхідно застосовувати комбінований метод з'єднання: нитковий шов для міцності із обов'язковою наступною герметизацією швів спеціальною термострічкою. Впроваджено технологію «Floating Baffle System» (плаваючий пакет). Цей метод розділяє функції захисної оболонки та теплоізоляційної капсули, що усуває «містки холоду» та забезпечує рівномірний розподіл пуху ProDown (900 fill), зберігаючи при цьому цілісність зовнішньої мембрани. Розроблено раціональну технологічну послідовність виготовлення (ТПО) та підібрано комплект спеціалізованого обладнання (включаючи машину для герметизації швів НА-830-А), що робить процес технологічно обґрунтованим і придатним для промислового виробництва.

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

Nazarenko Iryna, qualification work on the topic: "Improving the technological process of manufacturing clothing for high-altitude mountaineers" in specialty 182 "Technologies of light industry," educational program "Design and technology of garments, 2025.

In the design department, based on the analysis of extreme operating conditions (ultra-low temperatures, strong wind, hypoxia) and the study of world analogues, it was determined that a one-piece insulated overalls is the most effective type of clothing that performs the function of an external protective layer in a multilayer equipment system. A basic design of a men's down overalls was developed, which takes into account the necessary constructive allowances for the thickness of the material package, the freedom of dynamic movements of the climber and compatibility with safety systems. A material rationing was carried out, which showed that for the manufacture of one overalls, with an optimized zonal distribution of insulation, about 4.65 m² of membrane fabric and 413 g of down insulation (Fill Power 900) are required. A full set of design documentation was created, which is the necessary basis for the introduction of the developed model into industrial production.

The special section developed and substantiated the concept of a new special design unit - "Internal Access Tunnel System". The design solution is implemented in the form of a multilayer system (external hermetic zipper, internal insulated visor and elastic tunnel with cuff), which creates a reliable double barrier from cold and wind. The practical significance of this unit is to increase ergonomics and reduce the time for sanitary procedures to 4–5 seconds, which critically minimizes the risks of frostbite of the groin area in conditions of extreme altitudes (up to -50°C).

The technological section established that to ensure structural strength and waterproofness of membrane materials, it is necessary to use a combined connection method: a thread seam for strength with the obligatory subsequent sealing of the seams with a special thermal tape. The "Floating Baffle System" technology has been introduced. This method separates the functions of the protective shell and the thermal insulation capsule, which eliminates "cold bridges" and ensures uniform distribution of ProDown down (900 fill), while maintaining the integrity of the outer membrane. A rational manufacturing technological sequence (TPO) has been developed and a set of specialized equipment has been selected (including the HA-830-A seam sealing machine), which makes the process technologically sound and suitable for industrial production.

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.