

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний
(факультет)

Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Великої Карини Валентинівни
(ПІБ)

академічної групи 132-21-ск2 ММФ
(шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____
(за наявності)

за освітньо-професійною програмою _____
(офіційна назва)

«Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Розробка ергономічної конструкції валу важеля для підйому
притискної лапки промислової швейної машини

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Зіборов К.А.			
розділів:				
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Зіборов К.А.			
Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки	Зіборов К.А.			
Інженерно- технологічний	Ротт Н.О.			
Експлуатаційний	Федоряченко С.О.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Вернер І.В.			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
конструювання, технічної
естетики і дизайну
(повна назва)

_____ Федоряченко С.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню _____ бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Великій Карині Валентинівні академічної групи 132-21-ск2 ММФ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 132 Матеріалознавство
спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Промислова естетика і сертифікація матеріалів та виробів»

на тему Розробка ергономічної конструкції валу важеля для підйому притискної лапки промислової швейної машини

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від ____ .2024р.
№ _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналіз стану питання та постановка задач роботи	Аналіз стану питання та постановка задач роботи	
Функціональний аналіз та моделювання об'єкта розробки	Проведення функціонального аналізу елементів дивану з піддонів. Інженерний розрахунок. Моделювання та виконання МСЕ розрахунку.	
Інженерно-технологічний розділ	Обґрунтування технології апциклінгу та сертифікація матеріалів кінцевого виробу	
Експлуатаційний розділ	Створення інтерактивної візуалізації багатофункціональної аудиторії	

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Зіборов К.А.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі ____ .2024

Дата подання до екзаменаційної комісії ____ .06.2024

Прийнято до виконання _____

Велика К.В.

ЗМІСТ

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ РОБОТИ.....	7
1.1 Типи швейних машин та їх призначення.....	7
1.2 Відомості про будову швейної машини.....	11
1.2.1 Вузол лапки.....	16
1.2.2 Матеріали ланок швейної машини	18
1.3 Ергономічні характеристики промислового обладнання.....	22
1.4 Постановка задач роботи	25
2. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОБ’ЄКТА РОЗРОБКИ.....	27
2.1 Функціонально-вартісний аналіз та формування функцій технічного об’єкта.....	27
2.2 Етапи побудови тривимірної моделі важеля підйому притискної лапки.....	32
2.3 Технологія виготовлення з’єднувальної трубки	40
2.4 Етапи створення ергономічної форми подушки колінної педалі важеля....	42
2.5 Висновки за розділом.....	44
3. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	46
3.1 Якість виробів та матеріалів	46
3.2 Сертифікація як інструмент забезпечення якості.....	47
3.3 Методи визначення показників якості.....	48
3.4 Тензометрія. Метрологічне забезпечення тензометрії.....	49
3.5 Повірка і калібрування для тензометрії.....	53
3.6 Висновки за розділом.....	56
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	57
4.1 Постановка завдання.....	57
4.2 Проведення експерименту.....	58
4.3 Аналіз отриманих даних.....	65
4.4 Висновки за розділом.....	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....70

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 с, 43 рис, 7 табл., 16 джерел.

ПРОМИСЛОВА ШВЕЙНА МАШИНА, ВАЛ ВАЖЕЛЯ,
ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, ТЕНЗОМЕТРІЯ, ТЕНЗОДАТЧИК.

Об'єкт розроблення – експлуатація ергономічної моделі валу важеля швейної машини з урахуванням антропометричних характеристик користувача та визначенням експериментальним шляхом показників навантаження.

Мета роботи – обґрунтування застосовування ергономічної моделі валу важеля для підйому лапки швейної машини з використанням сучасних засобів проектування.

Результати та їх новизна – було розроблено ергономічний вал важеля та візуалізовано виріб шляхом створення 3Д моделі на основі 3Д скану коліна. А також було проведено експеримент, використовуючи метод тензометрії, для визначення зусилля, яке прикладається на вал важеля.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в удосконаленні сучасних методів аналізу та розробці рекомендацій щодо візуалізацій результатів проектування кінцевого продукту.

Сфера застосування розробки – легка промисловість, а саме, швейне виробництво.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – покращення властивостей ланок швейної машини для зручності та ефективності роботи.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ РОБОТИ

1.1 Типи швейних машин та їх призначення

Швейна машина – технічний пристрій для виконання процесів з'єднання, скріплення або обробки деталей швацьких виробів.

Швейні машини використовуються для автоматичного з'єднання двох або більше шарів тканини за допомогою нитки. Вони можуть мати різні функції і можуть бути придатні для виконання різних видів швів, від простих прямих до складних декоративних.

Основне призначення швейної машини полягає в тому, щоб полегшити та прискорити процес шиття, зробити його більш точним і ефективним. Вона використовується як у домашньому на побутовій швейній машинці (рис. 1.1), так і в промисловому шитті, дозволяючи виготовляти одяг, текстильні вироби, декоративні речі та багато іншого [1].



Рисунок 1.1 – Побутова швейна машинка

Швейні машини можна класифікувати за різними критеріями, у тому числі за сферою застосування. Розрізняють кілька типів швейних машин за їхнім призначенням.

Побутові швейні машини (рис. 1.1) – машини призначені для використання в домашніх умовах. Вони зазвичай легкі у використанні та мають базовий набір функцій, таких як прямий та зигзаг-шов, реверс, а також можливість використання різних видів стрічок та ниток.

Промислові швейні машини - машини призначені для великосерійного виробництва одягу та текстилю. Вони зазвичай мають велику швидкість та можуть працювати з різними типами тканин і матеріалів.

Залежно від типу управління, швейні машини можна поділити на декілька категорій:

Механічні швейні машини (рис. 1.2): – машини, які керуються за допомогою механічних ручок, кнопок та ручок. Налаштування швидкості і довжини стежка, а також вибір стежка, здійснюються за допомогою ручок або кнопок.



Рисунок 1.2 – Механічна швейна машина

Електромеханічні швейні машини – машини, які мають механічне керування, але деякі функції можуть бути автоматизовані за допомогою електронних елементів. Наприклад, автоматичний реверс, автоматичне вишивання, автоматичний натяг нитки тощо.

Електронні швейні машини – машини, що керуються за допомогою електронних панелей керування. Вони можуть мати більше автоматизованих

функцій і програм, таких як програми шиття, пам'ять для зберігання налаштувань, дисплей для відображення інформації та інше.

Комп'ютеризовані (цифрові) швейні машини – машини, які мають вбудований комп'ютер та можуть бути керовані за допомогою програмного забезпечення. Вони зазвичай мають багато вбудованих програм шиття, можуть підтримувати зовнішні пристрої зберігання даних, такі як USB-накопичувачі, а також можуть мати можливість підключення до Інтернету для оновлення програмного забезпечення та завантаження нових швейних програм.

Сьогодні асортимент швейних машин не обмежується лише технікою для шиття [2]. Є й інші типи обладнання, не менш практичні та не менш корисні:

- вишивальні (рис. 1.3). Речі з вишивкою дорожче цінуються, тому таке обладнання є у багатьох майстринь. Але можна вироби брати і для домашнього використання, прикрашаючи дитячий одяг красивими малюнками. Є також у продажу і швейно-вишивальні машинки – це практичне обладнання, на якому можна і шити, і створювати декор;



Рисунок 1.3 – Вишивальна швейна машина

- оверлоки. Обладнання призначене для обробки країв різних матеріалів. Також за наявності спеціального ножа можна обрізати нерівні краї, сточувати деталі. Можуть працювати з різною кількістю ниток – від 2 до 4, отже, і кількість швів буде різною. Завдяки даній техніці речі довше служать, оскільки краї де талей не розпускаються та не обсипаються;

- розпошивальні машини (рис 1.4). Призначені для роботи із трикотажними тканинами, а також для створення плоских швів. Останні застосовуються під час пошиття дитячого або спортивного одягу, а також такі строчки можуть бути декоративними. Напевно, ви бачили плоский шов на своїй футболці або нижній білизні;



Рисунок 1.4 – Розпошивальна машина

- коверлоки замінюють собою оверлок та розпошивальну машину. Універсальна машинка, яка заощаджує простір. Працює з різними тканинами, у тому числі з трикотажем.

Швейні машинки часто можуть працювати з різними типами тканин – від тонких до щільних. Але бувають моделі, призначені для певного виду матеріалів. За способом створення стібків техніка буває:

- човникова – створює човниковий шов;
- ланцюгова – створює ланцюговий стібок.

Човник у машинах може бути вертикальним або горизонтальним. Перший використовується для створення машинок протягом понад 100 років. Другий варіант – найчастіше у комп'ютерних моделях швейного обладнання. Човниковий шов використовується для з'єднання шарів тканини у широкому спектрі швейних проєктів, від пошиття одягу до виготовлення декоративних виробів. Основна особливість човникового шва полягає в тому, що нитка з одного боку тканини перекривається ниткою з іншого боку, утворюючи міцний та надійний шов.

Ланцюговий шов – це тип шва, який утворюється за допомогою швейної машини, де нитка утворює петлю на одному боці тканини, а з іншого боку утворюється ланцюг з петель. Цей тип шва часто використовується для шиття тканин, які потребують більшої еластичності, таких як трикотажні матеріали або резинки.

Швейні машини є важливим інструментом у текстильній промисловості та шитті. Вони допомагають збільшити продуктивність та ефективність виготовлення одягу та текстильних виробів шляхом автоматизації процесу шиття. Для того щоб забезпечити вище перераховані режими роботи швейна машина повинна мати відповідні механізми та вузли. При проєктуванні ланок швейного обладнання сьогодні необхідно використовувати сучасні засоби 3D моделювання та МСЕ розрахунків.

1.2 Відомості про будову швейної машини

Для розуміння функцій машини і всіх її механізмів вводиться поняття “модель швейної машини”. Розглядаючи “модель” слід розуміти складові ідеальної, а не конкретної швейної машини.

Будь-яка швейна машина складається з механізмів і вузлів. Послідовність їх роботи, у відповідності циклограми, забезпечує виконання технологічного процесу.

Узагальнена модель може включати:

- промисловий стіл;
- головку швейної машини;
- привод і передаточні механізми системи;
- електрообладнання і відповідну систему програмування і керування;
- пристрої для намотування нитки на шпулю, натягу ниток, змащування, реверсування матеріалів, які зшиваються;
- систему нитконаправлячів і катушечну стійку;
- допоміжні пристрої.

Промислова швейна машина (рис. 1.5) складається із головки машини 1, промислового стола 2, індивідуального приводу 3. У машині може бути пристрій для намотування нижньої нитки на шпульку.



Рисунок 1.5 – Промислова швейна машина

Головка швейної машини (рис.1.6) має фронтальну частину 1, платформу 5, стійку рукава 4, махове колесо 3 для передачі обертового руху від електроприводу до головного валу, рукав 2.

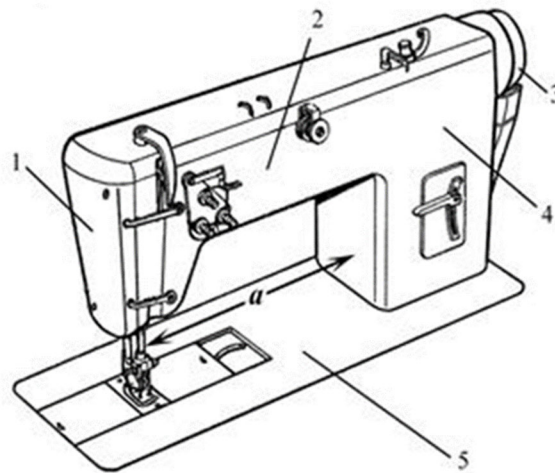


Рисунок 1.6 – Будова головки швейної машини

Промисловий стіл (рис.1.7) складається із кришки 6 з прорізом для головки швейної машини і двох стійок 1, скріплених між собою боковими 16 і 19 та поздовжніми поперечками 20 і 15. Для підвищення жорсткості стійки 1 з поперечкою 15 з'єднані за допомогою двох підкосів 17. У стійках 1 за допомогою болтів закріплені траверси 4, а до них прикріплена кришка 6. Таке з'єднання дозволяє регулювати положення кришки 6 по вертикалі. На кришці 6 закріплений світильник 7 для місцевого освітлення, який має вимикач 5.

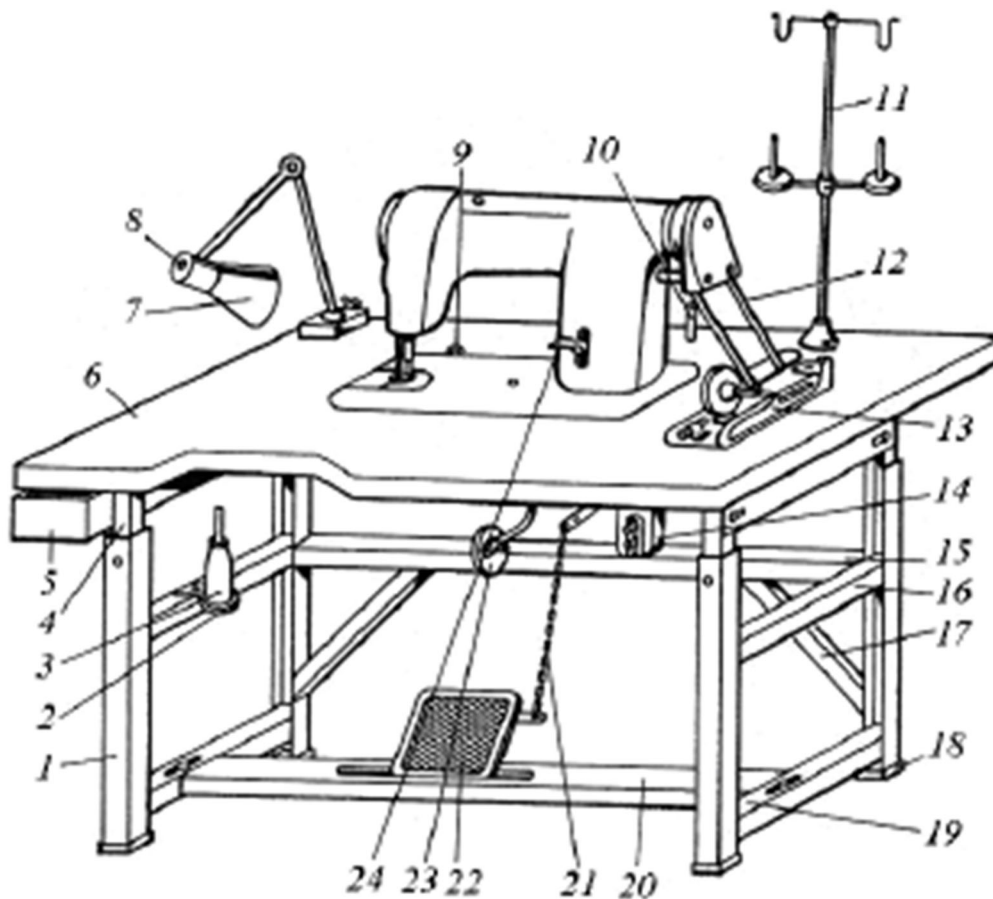


Рисунок 1.7 – Загальна будова швейної машини

Головка швейної машини встановлена в прорізі кришки 6 на двох шарнірних петлях 9, що дозволяє за потреби (у неробочому положенні) обіперти головку рукавом на дерев'яний упор 10. На кришці 6 праворуч від клинового паса 12 закріплений автоматичний пристрій 13 для намотування ниток на шпульку й стійка 11 для встановлення бобіни. Ліворуч під кришкою 6 у двох напрямних встановлюється ящик 5 для зберігання бобін, викруток й інших приладь для роботи на швейній машині.

Під кришкою 6 у двох кронштейнах змонтовано вал важеля 23 для підйому притискної лапки коліном правої ноги. На поперечці 20 у двох кронштейнах встановлена педаль 22, яка з'єднується за допомогою ланцюга 21 або шатуна з коромислом фрикційного приводу електродвигуна, закріпленого під кришкою 6 промислового стола. Знизу до кришки 6 прикріплений перемикач 14 для вмикання й вимикання електродвигуна

швейної машини. На поперечці 16 закріплений тримач 2 масельнички 3. Знизу на стійки 1 надіті гумові прокладки 18, що ізолюють промисловий стіл. Заземлення корпусу електродвигуна здійснюється за допомогою його підключення до джерела живлення, яке має нульовий дріт [3].

В переважній більшості швейних машин в фронтівій частині розташовані механізм голки та притискної лапки. В рукаві машини знаходиться верхній вал (головний вал). В вертикальній стійці розміщені передаючі механізми від верхнього до нижніх валів. Під платформою розташовуються механізм човника (або петельника) та механізм переміщення тканини. В машинах ланцюгового переплетення головний вал в переважній більшості розташовується під платформою.

Елементи ниткоподачі верхньої і нижньої нитки (ниткопритягувач, ниткоподавач, регулятора натягу нитки, нитконаправлячі тощо) розташовуються як на поверхні або всередині, так і під платформою.

Система змащування розташовується в місцях, які забезпечують змащування одночасно декількох пар тертя.

Структура механізмів головки (корпусу) швейної машини має три групи механізмів:

- механізми, робочі інструменти, які зшивають (голка, човник, ниткопритягувач, переміщення матеріалів тощо);
- механізми, робочі інструменти, які забезпечують виконання допоміжних операцій та сприяють виконанню основної технологічної операції (обрізання ниток, розпрасування шва, тощо).
- механізми, за допомогою яких виконується керування механізмами, що зшивають (машини-напівавтомати).

Отже, будова швейної машини визначається комплексними вимогами до її функціональності, продуктивності та ефективності, а також повинна враховувати потреби користувача та характеристики матеріалів, які будуть оброблятися.

1.2.1 Вузол лапки

Вузол лапки швейної машини (притискний пристрій) – важливий елемент швейної машин, який відповідає за правильну роботу швейної машини, а саме, виконання функції притискання та переміщення матеріалу під час пошиву виробу (рис. 1.8).

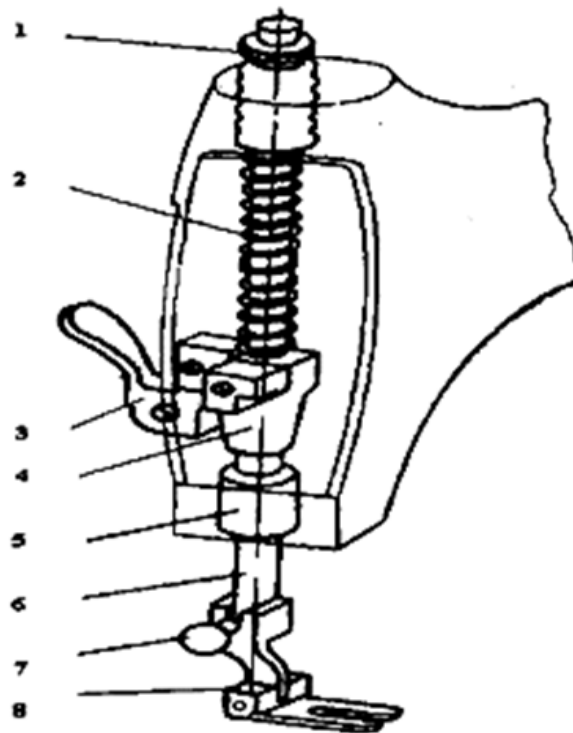


Рисунок 1.8 – Ланки притискної лапки: 1 – гвинт; 2 – пружина; 3 – кулачковий важіль; 4 – гвинт; 5 – втулка; 6 – стержень; 7 – гвинт; 8 – притискна лапка

На такий пристрій покладені наступні задачі

1. Щоб транспортуюча рейка змогла перемістити матеріали, які зшиваються, між нею і матеріалами повинна бути створена пружино-притискною лапкою, достатня сила тертя.

2. Утримувати матеріали, які зшиваються на рівні голкової пластини, коли голка і ниткопритягувач (наприклад, кривошипно-коромислового типу) рухається ввєрх. Механізм сприяє утворенню петлі напуску.

3. Притискна лапка повинна забезпечити визначене технологічними процесом стискування матеріалів, які зшиваються, тим самим полегшують затягування стібка ниткопритягувачем і забезпечують в стиснутих матеріалах появу сил пружності, які створюють в стібках достатній натяг після того, як притискна лапка не діє на матеріал.

Під час роботи швейної машини притискна лапка здійснює вертикальні коливання разом зі стержем на якому вона закріплена. Зв'язано це з тим, що лапка і стержень, які притиснуті пружиною являють собою пружну систему і яка знаходиться в час роботи машини в режимі вимушених коливань. Джерелом вимушених коливань є транспортуєча рейка, яка в процесі роботи машини підіймає лапку над голковою пластиною, а потім опускає її, тому важливо підібрати тиск лапки на матеріал.

Для піднімання та опускання лапки в машині застосовують ручний, ножний та колінний пристрої.

Притискний пристрій (рис.1.9) працює за таким принципом: шарнірна лапка 1, гвинтом 2 прикріплюється до стержня 3. Стержень 3 пересувається у втулці 4, на яку вільно одягнутий кронштейн 5. Палець кронштейна 6 вставлений в паз фронтної частини машини. На стержні 3 гвинтом 7 закріплюється пружинотримач 8. Палець пружинотримача 9 вставлений у паз фронтної частини машини, що застерігає поворот лапки навколо осі. Палець кронштейна 6 дотикається до поверхні кулачкового важеля 10 ручного підйому лапки, який надітий на вісь 11. В пружинотримач впирається пружина 12, яка надіта на стержень регульовального гвинта 13.

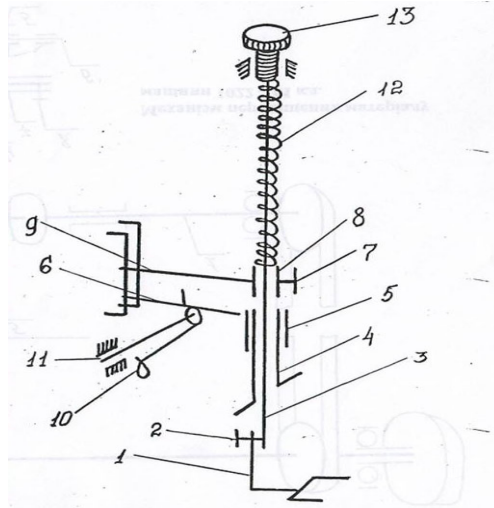


Рисунок 1.9 – Загальна схема притискного пристрою

Щоб підняти лапку 1 вручну, працівник повертає важіль 10 за годинниковою стрілкою і його кулачкова частина натискає на палець кронштейна 6. Останній надавлює на пружинотримач 8, лапка піднімається, пружина 12 стискається. При зворотному повороті важеля 10 лапка 1 під дією пружини 12 опускається.

Отже, ланка лапки швейної машини відіграє важливу роль у забезпеченні якості та ефективності роботи, забезпечуючи правильне ведення нитки та переміщення тканини під час шиття.

1.2.2 Матеріали ланок швейної машини

У загальному, ланки швейної машини можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як метал, пластик, гума, нейлон або поліестер. Вибір матеріалу залежить від виробника, моделі та призначення конкретної швейної машини, а також від вимог користувача. Металеві ланки відрізняються високою міцністю та довговічністю, що робить їх ідеальними для важких завдань шиття, але вони можуть бути важкими та більш шумними. Пластикові ланки можуть бути легшими та менш шумними, але вони можуть бути менш міцними. Гумові ланки можуть бути корисними для запобігання пошкодження

тканини, а нейлонові або поліестрові ланки можуть забезпечувати більш плавний рух нитки.

Важливий вплив на міцність деталей (особливо металевих) виконує вид хімічної та термічної обробки деталей. Стальні деталі після гартування мають міцність і зносостійкість вищу, ніж до гартування. Деталі, що пройшли хімічне оксидування, менше підлягають корозії. Нитконаправлювачі після цементації більш зносостійкі. Стальні деталі більш пластичні, ніж чавунні. Деталі на основі сплаву алюмінію мають меншу масу, ніж стальні, але і менш міцні. Тому при конструюванні та ремонті машини варто враховувати умови роботи деталі і вибирати матеріал у відповідності з цими умовами.

У швейних машинах загального призначення корпусні деталі виготовляють з чавуну з хорошими ливарними властивостями [4]. Для рукава і платформи швейної машини використовують сірий чавун марки СЧ18-36.

Чавун СЧ18-36 є сталлю з низьким вмістом вуглецю, яка використовується для виробництва литого чавуну. Основні характеристики цієї сталі включають такі:

Хімічний склад. Чавун СЧ18-36 має наступний хімічний склад (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну СЧ 18-36

Хімічний склад. Чавун СЧ 18-36	
Вуглець (С)	2,9-3,6%
Кремній(Si)	1,0-1,8%
Марганець (Mn)	до 0,8%
Фосфор (P)	до 0,8%
Сірка (S)	до 0,2%
Залізо (Fe):	94,3-92,8%

Механічні властивості: Механічні властивості чавуну СЧ 18-36 зазвичай включають наступне: Межа міцності: 180-360 МПа. Межа текучості: 120-220 МПа. Відносне подовження при розриві: 18-36%.

Фронтальна і верхня кришка в машині виконуються з алюмінієвого сплаву ФЛЗВ. Сплав ФЛЗВ є високоміцний алюмінієвий сплав, який використовується в різних галузях промисловості через свої властивості і додаткові переваги. Ось деякі характеристики цього сплаву:

Хімічний склад. Сплав ФЛЗВ містить такий хімічний склад (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сплаву ФЛЗВ

Хімічний склад. Сплав ФЛЗВ	
Алюміній (Al)	близько 95%
Магній (Mg)	близько 3%
Мідь (Cu)	0,1-0,2%
Цинк (Zn)	до 0,3%
Залізо (Fe)	до 0,4%

Механічні властивості – сплав ФЛЗВ відзначається високою міцністю та міцністю при розриві, доброю корозійною стійкістю та має невелику вагу. Механічні властивості можуть варіюватися в залежності від термічної обробки і технології виготовлення.

Термічна обробка – сплав ФЛЗВ може бути підданий термічній обробці для покращення механічних властивостей, таких як міцність та міцність при розриві.

Деталі для кріплення, що мають навантаження на зріз і кручення виготовляються із сталі А10.

Сталь А10 відноситься до сталей з низьким вмістом вуглецю з наступними характеристиками:

Хімічний склад: Вуглець (C) - приблизно 0,10%, може містити додаткові елементи, такі як кремній (Si), марганець (Mn), фосфор (P), сірка (S) тощо.

Механічні властивості: Межа міцності від 300 до 500 МПа, а межа текучості від 150 до 300 МПа. Відносне подовження при розриві близько 20-30%.

Пружини, що мають більшу пружність, виготовляються з вуглецевої або легованої сталі марки У8А.

Сталь У8А є сталлю з низьким вмістом вуглецю, використовується для виробництва інструментів з різаними кромками, деталей пристроїв, які вимагають підвищеної міцності та зносостійкості. Характеристики сталі:

Сталь У8А має наступний хімічний склад (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі У8А

Хімічний склад. Сталь У8А	
Вуглець (С)	близько 0,8%.
Кремній (Si)	близько 0,2-0,4%.
Марганець (Mn)	близько 0,2-0,5%.
Фосфор (P)	0,8%
Сірка (S)	0,8%

Механічні властивості: Сталь У8А має високу міцність, твердість і зносостійкість. Механічні властивості можуть бути наступними: Межа міцності - близько 980-1180 МПа. Межа текучості - близько 800-950 МПа. Твердість - 63-65 HRC.

Термічна обробка: Сталь У8А може піддаватися термічній обробці, такій як закалювання і відпускання, для досягнення необхідних механічних властивостей і твердості.

Основа лапки (підшва) виливається з сталі марки 20Л.

Сертифікація матеріалів – це процес, за допомогою якого встановлюється відповідність матеріалів певним стандартам, вимогам або специфікаціям. Це важливий етап у забезпеченні якості та безпеки продукції.

У багатьох галузях, таких як будівництво, медицина, автомобільна промисловість і інші, сертифікація матеріалів вимагається для того, щоб переконатися, що вони відповідають стандартам безпеки, якості, стійкості до впливу навколишнього середовища тощо. Це може включати аналіз хімічного

складу, механічні властивості, випробування на міцність, вогнестійкість та інші параметри, залежно від конкретного призначення матеріалів.

Для підтвердження показників навантаження виробів/матеріалів можемо використати метод тензометрії.

Отже, вибір матеріалу ланок швейної машини повинен враховувати конкретні потреби користувача, тип шиття та вимоги виробника. Знання властивостей різних матеріалів ланок дозволяє користувачам зробити інформований вибір, який найкращим чином відповідає їхнім потребам у шитті. Для цього необхідно підтвердження відповідних показників методами сертифікації.

1.3 Ергономічні характеристики промислового обладнання

Головною ідеєю дизайну будь якого промислового виробу є створення естетичних продуктів з високими якісними характеристиками, розробка та використання нових технологій, які формують вигляд продукту. Важливу роль промисловий дизайн грає в проектуванні ергономічного обладнання для легкої промисловості.

Сучасне швейне обладнання це високопродуктивна розкрійно-настилочна техніка та машини, за допомогою яких можна створювати унікальні моделі одягу. Робота дизайнера при створенні одягу стала значно продуктивнішою із застосуванням системи тривимірного проектування, яка дозволяє віртуально перевіряти посадку виробу на фігурі та проконтролювати всі віртуальні переміщення у процесі пошиття.

Використовуючи наочне зображення, можна зрозуміти, як з часом розвивався промисловий дизайн у галузі машинобудування. Розглянемо на прикладі швейної машини «Singer»: На рисунку 1.11 представлена модель машини даної марки часів початку, середини та кінця 20 століття [5].

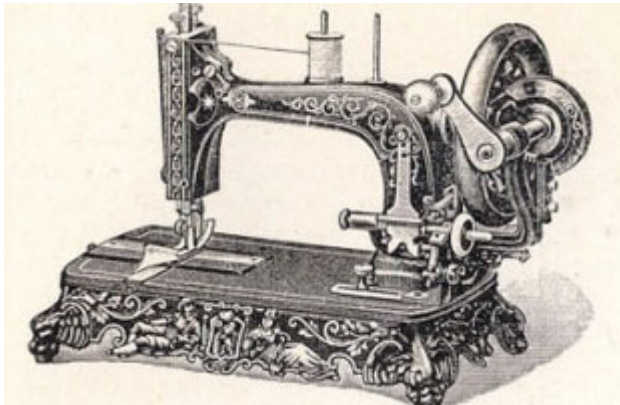


Рисунок 1.10 – Моделі швейної машини «Singer» початку, середини та кінця XX століття

Відповідно до естетичних вимог, модель швейної машини повинна мати гарний зовнішній вигляд. На перший план виходять технічні показники машини та показники ергономіки в цілому.

Такий вагомий фактор як форма в дизайні є виразом структури будь-якої моделі чи комплексу виробів. Вона повинна відповідати призначенню, технічним характеристикам, естетичним, технологічним та ергономічним вимогам. Форма, яку має предмет, має низку специфічних властивостей і об'ємність, і просторовість. геометрична побудова, вагомість, міцність. масивність та щільність. Ці властивості форми речей у певних умовах стають носіями їх композиційних закономірностей.

Ергономічні характеристики промислового швейного обладнання є дуже важливими, оскільки вони впливають на комфорт роботи, продуктивність та безпеку операторів. Ось деякі типові ергономічні характеристики, які можуть бути враховані при розробці промислових швейних машин:

Урегульованість і адаптивність: можливість налаштовувати різні параметри машини, такі як висота столу, положення голки, швидкість шиття тощо, для підгонки під індивідуальні потреби користувача.

Ефективне розташування компонентів: розташування елементів управління та інших деталей машини таким чином, щоб зменшити напруження та забезпечити зручний доступ до них.

Подвійні контрольні педалі: можливість керування швейною машиною за допомогою обох ніг, що дозволяє розподілити навантаження і полегшити роботу.

Системи підтримки спини: Врахування анатомічних особливостей людського тіла та забезпечення можливості користувачам підтримувати правильну позу під час роботи.

Шумове та вібраційне зниження: застосування матеріалів та технологій, спрямованих на зменшення рівня шуму та вібрації, що створюються під час роботи машини.

Ергономічні ручки та кнопки: розробка ручок та кнопок з урахуванням зручності у використанні та мінімізації напруження рук.

Добре освітлення робочої області: забезпечення достатнього та рівномірного освітлення для полегшення роботи та зменшення напруження очей.

Поверхні з протиковзким покриттям: використання матеріалів з антиковзким покриттям на ручках та інших поверхнях для забезпечення безпеки та зручності.

Ці ергономічні характеристики допомагають забезпечити оптимальні умови для роботи з промисловим швейним обладнанням, що в свою чергу покращує якість та ефективність виробництва. Тому при проектуванні або

модернізації ланок сучасного швейного обладнання потрібно враховувати ергономічні вимоги.

Отже, ергономіка промислового обладнання, а саме швейної техніки, орієнтується на забезпечення комфорту, безпеки та ефективності робочих процесів. Вона враховує ергономічні особливості користувача для підвищення швидкості та якості роботи.

1.4 Постановка задач роботи

Швейне виробництво є важливою складовою сучасної легкої промисловості України. Швейні машинки відрізняються за своєю конструкцією та функціями, що надає можливість виконувати різної складності операції.

Матеріали для ланок повинні мати такі функції як міцність, зносостійкість, стійкість до корозії і окислення, екологічність, щоб забезпечити відповідні показники надійності та працездатності.

При модернізації ланок швейної машини необхідно використовувати сучасні методи проектування та застосовувати матеріали з відповідними властивостями. А також потрібно враховувати споживчі вимоги: ергономічний дизайн робочого місця, урегульованість обладнання, зниження фізичного зусилля, зручність у використанні, мінімізація шуму і вібрації.

З огляду на вище викладене метою даної роботи є дослідження параметрів ланок швейної машинки, а саме валу важеля для підйому лапки, модернізація та обґрунтування вибору його матеріалу, який відповідає умовам навантаження для підвищення показників працездатності.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

1. Виявити особливості навантаження ланок важеля.
2. Розробити 3D модель ланок швейної машинки.
3. Встановити вплив різних чинників на експлуатаційні характеристики та визначити оптимальні конструктивні параметри важеля.

4. Визначити показники якості контролю та обґрунтувати технологію визначення показників навантаження валу за допомогою тензометрії.

2. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТА РОЗРОБКИ

2.1 Функціонально-вартісний аналіз та формування функцій технічного об'єкта

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) – це інструмент, призначений для оцінки собівартості товару або послуги та виявлення шляхів підвищення їх ефективності та якості. Здійснення ФВА дозволяє отримати загальну оцінку собівартості шляхом управління процесами, спрямованими на виробництво продукту чи надання послуги [6]. Цей аналіз базується на дослідженні функцій об'єкта, спрямованих на досягнення оптимального співвідношення між якістю і витратами.

До основних цілей функціонально-вартісного аналізу можна віднести:

1. Зниження собівартості продукції, за рахунок проведення ФВА. Цей процес надає змогу визначити можливість для зниження витрат на виробництво або надання послуги без втрати якості.
2. Підвищення якості продукції. Цей метод складається з пошуку шляхів поліпшення якості продукту або оптимізації процесів.
3. Оптимізація функцій виробництва. Оцінка функцій продукту або послуги для виявлення невідповідностей та пошук шляхів їх усунення.
4. Покращення конкурентоспроможності на ринку. Досягається за рахунок підвищення ефективності та якості продукту або послуг для зміцнення позицій на ринку впливають.

Особливістю ФВА є те, що його об'єктом можуть бути як споживчі властивості виробу в цілому, так і його окремі частини. Головною перевагою аналізу є можливість не лише визначити реальне уявлення про предмет дослідження, функції та споживчі властивості, а й виявити реальні причини низької якості та невиправданих витрат. Крім того, ФВА дозволяє

запропонувати конкретні шляхи досягнення оптимального співвідношення між якістю та загальними витратами об'єкта дослідження.

Предметом ФВА є функція досліджуваного об'єкта. Основним критерієм виступає співвідношення споживчих властивостей на одиницю витрат. Оптимізація здійснюється за рахунок використання системних досліджень функцій об'єктів, які спрямовані на значну зміну конструкції об'єкта та пошуки нових способів виконання функцій. Застосування ФВА створює тенденцію переходу від проектування матеріальної структури об'єкта до початкового проектування його функціональної структури, що являє собою принципову зміну в теорії та практиці проектування.

Проведення функціонально-вартісного аналізу включає кілька етапів:

1. Підготовчий етап. Етап на стадіях якого визначається об'єкт аналізу, формуються цілі та завдання дослідження, формується робоча група та відбувається збір вихідної інформації.

2. Аналіз функцій. Розпочинається аналіз з ідентифікації та класифікації функцій об'єкта, за умови відомої інформації визначаються основні та допоміжні функції, з подальшою оцінкою важливості кожної функції.

3. Оцінка витрат. Виконується визначення витрат на виконання кожної функції, після чого відбувається порівняння важливості функцій із витратами на їх виконання.

4. Розробка пропозицій. В результаті проведення оцінки витрат проводиться пошук шляхів зниження витрат на виконання функцій без втрати якості та розробка нових рішень для оптимізації функцій.

5. Впровадження рішень. Останнім етапом є реалізація запропонованих заходів, з постмоніторингом їх ефективності, з внесенням коректив у разі необхідності.

За результатами проведення функціонально-вартісного аналізу проводиться загальна оцінка функцій, яка зводиться до двох критеріїв – корисності та естетичності. Функціональний аналіз виходить з того, що

корисні функції в об'єкті завжди супроводжуються допоміжними та шкідливими функціями. Аналіз проводиться шляхом детального порівняння важливості деталі або її функції та витрат на виготовлення чи реалізацію цієї деталі. Ці величини оцінюються у довільних одиницях, які згодом можна перевести у відсотки (якщо за 100% прийняти суму всіх показників та всіх витрат). Виходячи з результатів оцінок, можна з'ясувати ефективність або якість кожного з порівнюваних об'єктів, для цього необхідно поділити коефіцієнт значущості на коефіцієнт витрат.

Розглянемо механізм підйому та опускання лапки швейної машини та виконаємо аналіз функцій.

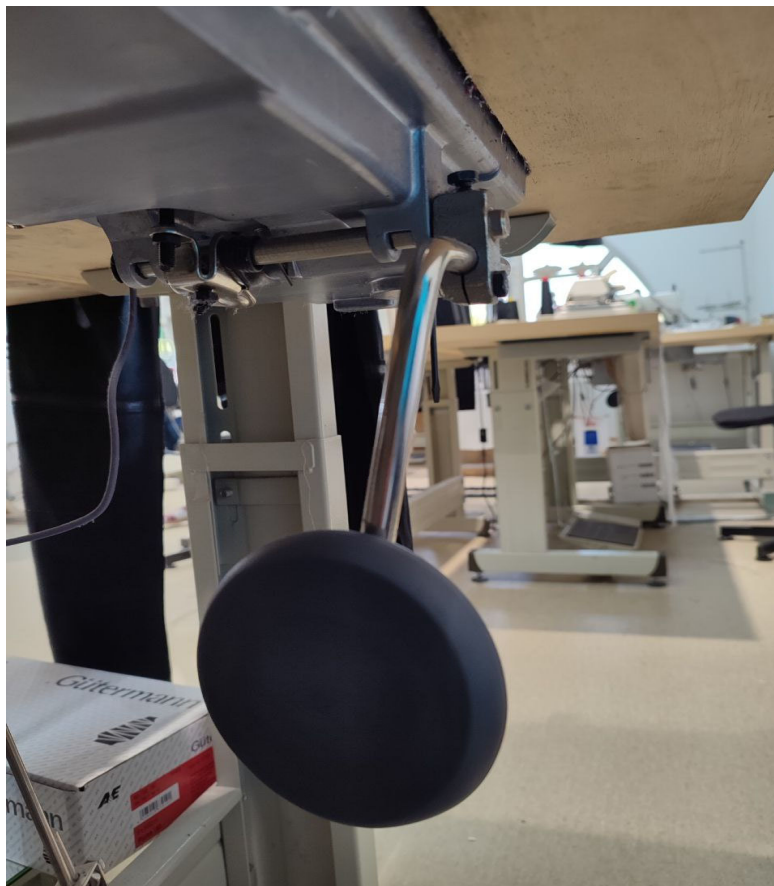


Рисунок 2.1 – Ножний привід механізму притискання лапки

Конструкція ногого пристрою для підйому та опускання лапки складається з: трубки, яка за допомогою шарнірного гвинта з'єднується з пальцем кронштейна. Верхня частина трубки надягається на палець важеля

ножного підйому. Важіль має дві точки опори: його ліве плече надіте на шарнірний гвинт, а праве плече з'єднане між двома виступами опори і надіто на вісь. Опора прикріплена двома гвинтами до рукава машини. Праворуч до важеля приварена скоба, і в її отвір вставлений верхній палець тяги, який зафіксований шплінтом [7]. Нижній кінець тяги проходить через отвір платформи машини, на неї надіта пружина, яка упирається в шайбу та прагне опустити тягу, та повернути важіль за годинниковою стрілкою.

Для ногожного підйому лапки майстер натискає на ліву педаль. Через тягу та важіль, що утримується на вісі промислового столу, підіймається тяга, повертаючи важіль проти годинникової стрілки. Стрижневий важіль піднімаючись через кронштейн та пружинний тримач, підіймає лапку швейної машини. Коли тиск на педаль припиняється, пружина опускає лапку, а пружина повертає усі ланки в початкове положення.

Виділимо основні елементи та перенесемо їх у таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 Елементи механізму притискання лапки швейної машини

Елементи		Функції	
Позначення	Назва	Позначення	Опис
E_0	Стіл	Φ_0	Основа на якій зафіксовані основні елементи механізму
E_1	Коромисло	Φ_1	Передає зусилля від головного до штовхаючого валу, в результаті чого відбувається рух підіймаючої лапки
E_2	Головний вал	Φ_2^*	Передає зусилля від колінортимача до коромисла
		Φ_2^{**}	Передає обертальний момент
E_3	Хомут	Φ_3	Фіксує між собою головний вал та трубку

E_4	Трубка	Φ_4	Елемент, на якому закріплені коліноотримач та кронштейн
E_5	Штовхаючий вал	Φ_5	Підіймає лапку
E_6	Коліноотримач з кронштейном	Φ_6	Основний елемент, який під дією тиску від коліна передає рух скрізь всі елементи механізму
E_7	Болт	Φ_7	Закріплює коромисло та кронштейн у певному положенні
E_8	Пружина	Φ_8	Повертає коромисло у його початкове положення по закінченню впливу тиску на коліноотримач

Таблиця 2.2 – Значимість, вартість та ефективність елементів механізму притискання лапки швейної машини

Елементи	Функція	Значимість, %	Вартість, %	Ефективність
Стіл	Φ_0	15%	10%	1,5
Коромисло	Φ_1	10%	10%	1,0
Головний вал	$\Phi_2^* + \Phi_2^{**}$	15%	10%	1,5
Хомут	Φ_3	5%	10%	0,5
Трубка	Φ_4	15%	20%	0,75
Штовхаючий вал	Φ_5	15%	10%	1,5
Коліноотримач з кронштейном	Φ_6	15%	20%	0,75
Болт	Φ_7	5%	5%	1,0
Пружина	Φ_8	5%	5%	1,0

		100%	100%	
--	--	------	------	--

За результатами проведеного аналізу, можна дійти висновку, що з'єднувальна трубка та колінотримач є одними із найважливіших елементів механізму притискання лапки швейної машини. Тому необхідно обґрунтувати функціональні критерії ланок механізму притискання лапки, щоб надалі провести дослідження, які конкретно спрямовані на виявлення недоліків та покращення їх характеристик. Враховуючі, що вартість з'єднувальної трубки занадто велика її можна знизити за рахунок заміни матеріалу з алюмінію на PLA пластик Для цього необхідно визначити чи витримає новий матеріал експлуатаційні навантаження.

2.2 Етапи побудови тривимірної моделі важеля підйому притискної лапки

Першочерговим завданням є відтворення тривимірної моделі механізму підйому лапки швейної машини за допомогою програмного забезпечення Autodesk Inventor.

Autodesk Inventor – це комплексне програмне рішення для комп'ютерного проектування та інженерної розробки, яке використовується для створення 3D-моделей, виробничих креслень і симуляцій. Це надійний інструмент для проектування продуктів у різних галузях промисловості [8].

Серед головних переваг Autodesk Inventor – його потужний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Безліч інструментів та функцій доступні для інженерів і дизайнерів, дозволяючи швидко та ефективно перетворювати свої ідеї у реальні 3D-моделі.

Однією з ключових можливостей є створення детальних віртуальних прототипів для аналізу та оптимізації конструкцій. Завдяки вбудованим інструментам для симуляції та аналізу, Autodesk Inventor дозволяє інженерам

і дизайнерам оцінити міцність та надійність продуктів ще до їх фізичного виготовлення.

Крім того, програма інтегрується з іншими продуктами Autodesk, що спрощує роботу на інших етапах проектного циклу, таких як рендеринг, анімація, інженерна документація та керування даними проекту.

В програмному забезпеченні Autodesk Inventor були створені окремі елементи механізму притискання лапки швейної машини. Геометричні розміри елементів та ланок були взяті з існуючої машини.

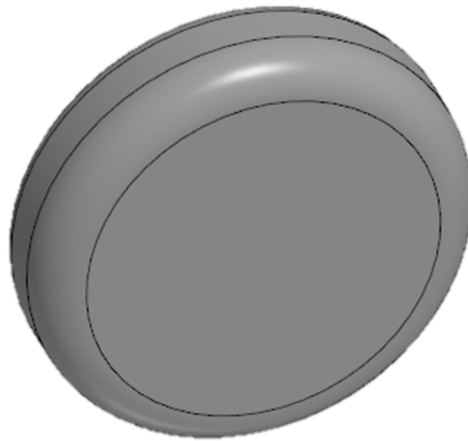


Рисунок 2.2 – Тривимірна модель колінотримача

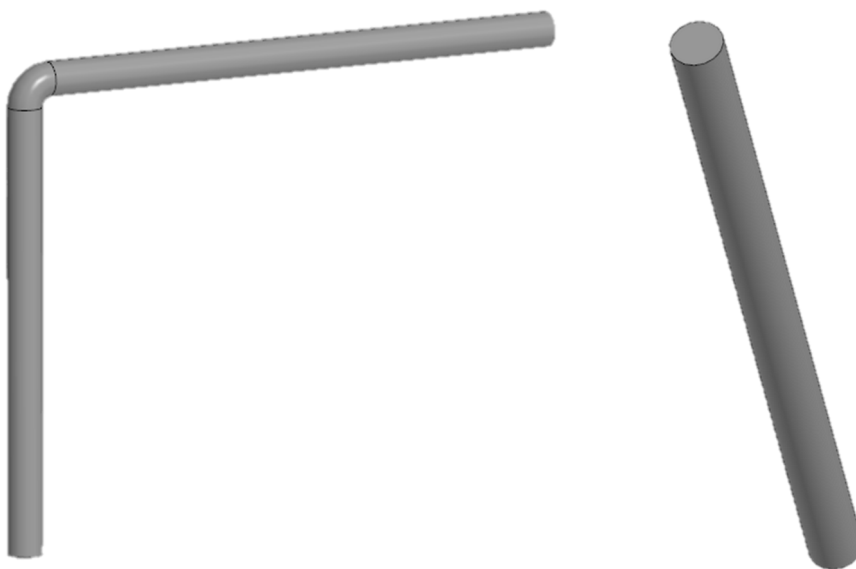


Рисунок 2.3 – Тривимірні моделі трубки та головного валу

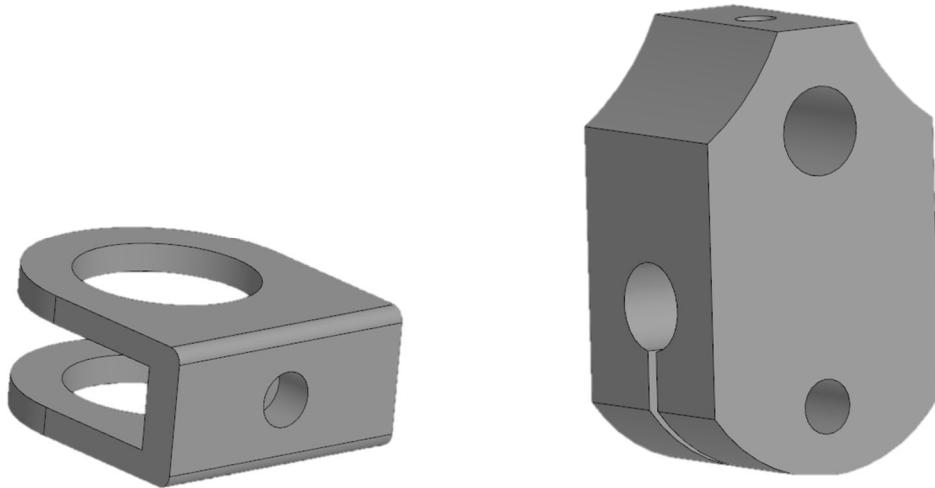


Рисунок 2.4 – Тривимірна модель з'єднувальних елементів

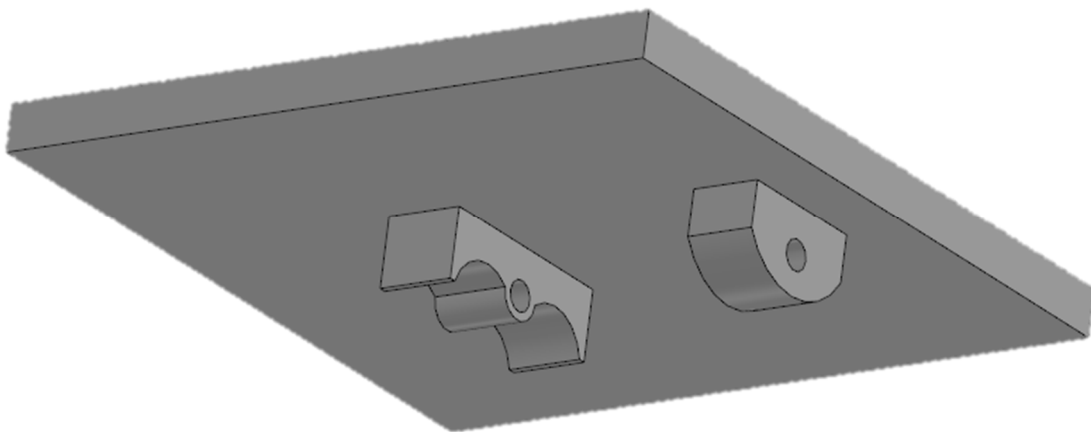


Рисунок 2.5 – Тривимірна модель столу з кронштейнами

Після того як були змодельовані всі основні компоненти, переходимо до створення збірної конструкції. Створюються зв'язки між елементами для подальшого моделювання МСЕ.

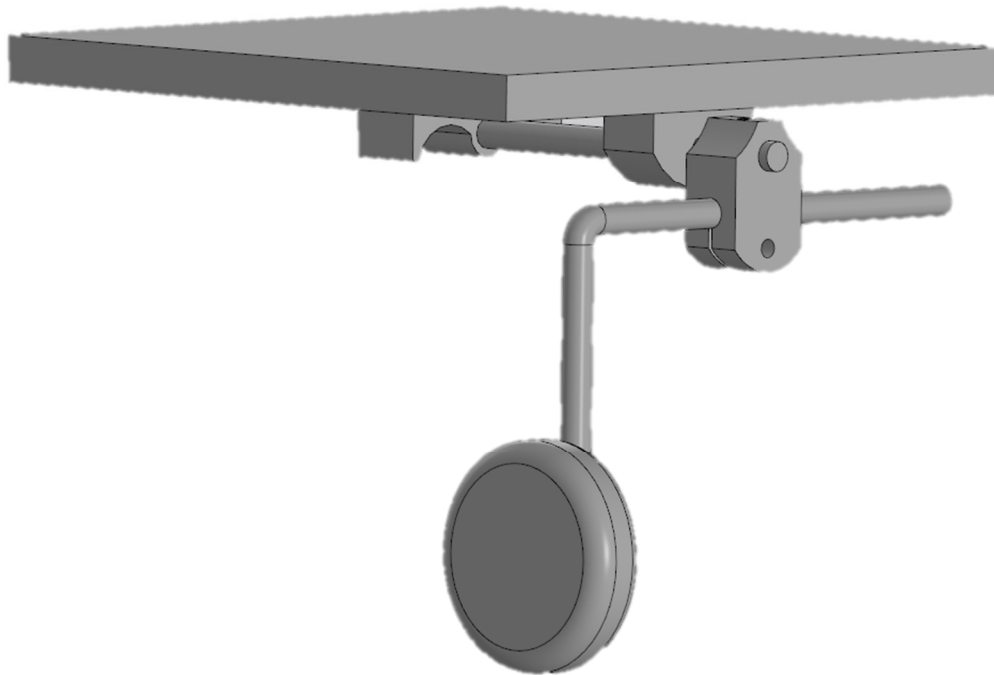


Рисунок 2.6 – Тривимірний збірний механізм притискання лапки швейної машини

Отриману модель переводимо в формат `x_t`, Parasolid для того, щоб виконати визначити параметри у напружено-деформованому стані. Визначення напружено-деформованого стану збірки будемо проводити в програмному забезпеченні Ansys Workbench 2019 (Student edition).

Ansys Workbench – це інтегроване програмне забезпечення для інженерного моделювання та аналізу, яке забезпечує всебічну платформу для проведення різноманітних інженерних розрахунків. Програма містить численні модулі для різних типів аналізу, таких як механічний, тепловий, електромагнітний, аеродинамічний та інші [9]. Ansys Workbench підтримує імпорт та обробку моделей з CAD-систем, генерування сітки скінченних елементів, налаштування граничних умов та навантажень, а також виконує розрахунки та візуалізацію результатів. Завдяки широким можливостям і потужним інструментам, Ansys є важливим інструментом у багатьох галузях промисловості для розв'язання інженерних задач.

Зокрема, будемо використовувати модуль Static Structural. Цей модуль пропонує потужні інструменти для аналізу статичних властивостей конструкцій. Він дозволяє виконувати статичний аналіз для визначення напружень, деформацій та інших параметрів у конструкції під дією статичних навантажень, а також візуалізувати результати з відображенням критичних параметрів. Інструменти для оптимізації конструкцій допомагають покращити характеристики конструкції, мінімізувати вагу та знизити витрати на матеріали. Завдяки цим можливостям, модуль Static Structural сприяє проєктуванню надійних і ефективних механічних систем, забезпечуючи всебічний аналіз і оптимізацію конструкцій.

Задля швидшого підрахунку результатів було скрито елементи, які безпосередньо не впливають на визначення напружено-деформованого стану з'єднувальної трубки.

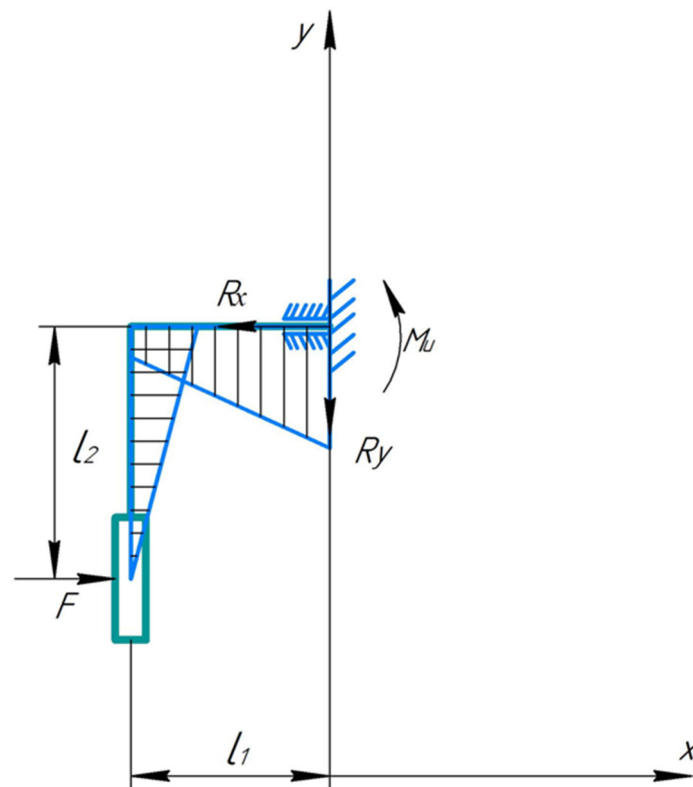


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема та епюра навантаження валу важення механізму підняття притискної лапки

Задана розрахункова схема повинна дотримуватися умов міцності при вигині:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} \leq [\sigma_u] \quad (1)$$

де W_u – момент супротиву трубчатого перерізу на вигин, який визначається за наступною формулою:

$$W_u = \frac{\pi d^3}{32} \quad (2)$$

Задані умови рівноваги валу важеля механізму підняття притискної лапки представлені у формулі (3):

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} &= 0 \\ \sum F_{iy} &= 0 \\ \sum M(F_i) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

В даній постановці можна визначити номінальні розміри ланок механізму підняття притискної лапки:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32M_u}{\pi[\sigma_u]}} \quad (4)$$

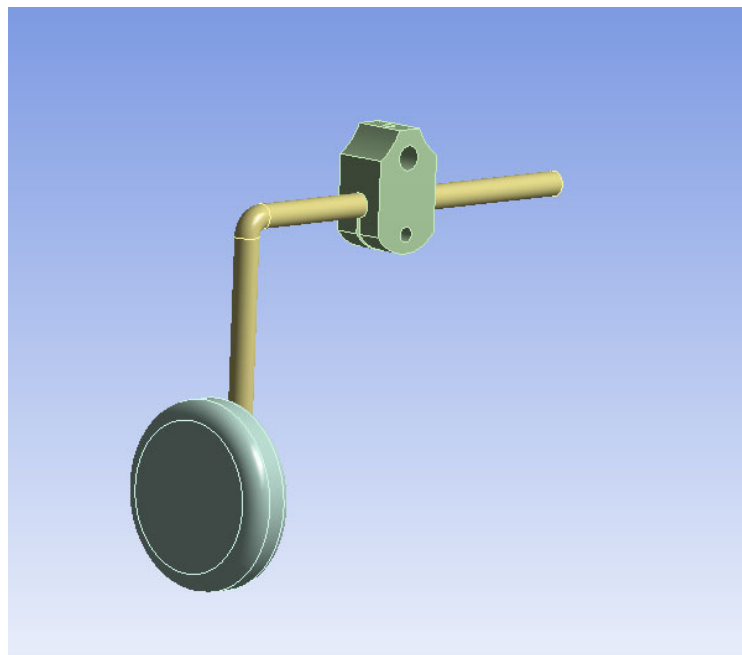


Рисунок 2.8 – Елементи моделювання в Ansys Workbench

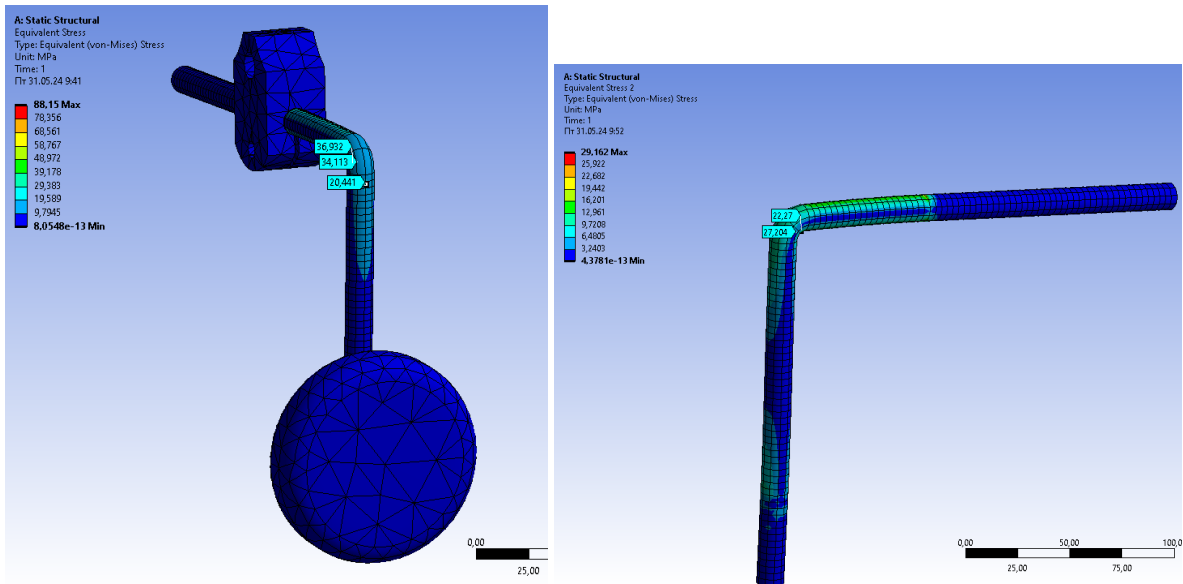


Рисунок 2.9 – Еквівалентні напруження, які виникають у з'єднувальній трубі, виготовленої з алюмінію

В результаті моделювання були встановлено, що при навантаженні в 40 N (результати були отримані в результаті досліджень, які представлені в 4 розділі) на коліотримач в стабільних умовах експлуатації, еквівалентне напруження на з'єднувальній трубі виготовленої з алюмінієвого сплаву сягають 36 МПа.

Aluminum Alloy

General aluminum alloy. Fatigue properties come from MIL-HDBK-5H, page 3-277.

Density: 2,77e-06 kg/mm³

Structural

▼ Isotropic Elasticity

Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio
Young's Modulus	71000 MPa
Poisson's Ratio	0,33000
Bulk Modulus	69608 MPa
Shear Modulus	26692 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	2,3e-05 1/°C
Compressive Ultimate Strength	0 MPa
Compressive Yield Strength	280,00 MPa

S-N Curve

Tensile Ultimate Strength	310,00 MPa
Tensile Yield Strength	280,00 MPa

Рисунок 2.10 – Властивості алюмінієвого сплаву

Алюміній характеризується малою густиною ($\gamma=2,72 \text{ г/см}^3$) – у три рази легший за сталь; низькою температурою плавлення ($t_{\text{пл}}=660^\circ\text{C}$) [10]. Алюміній має високу корозійну стійкість завдяки утворенню на його поверхні тонкої, але щільної і міцної оксидної плівки Al_2O_3 , що захищає його поверхню від взаємодії із середовищем. Він стійкий у морській воді, у багатьох органічних кислотах, у концентрованій азотній кислоті, у повітрі, забрудненому сірчистими газами і т. д. Стійкість алюмінію проти атмосферної корозії в ~ 20 разів більша за стійкість сталі. Однак алюміній легко руйнується під дією лугів, соляної кислоти і деяких інших мінеральних кислот.

Механічні властивості відпаленого алюмінію високої чистоти $\sigma_{\text{В}}=80\dots 100 \text{ МПа}$, $\sigma_{0,2}=30\dots 40 \text{ МПа}$, $\delta=35\dots 40\%$, НВ 25...30. Холодна пластична деформація підвищує $\sigma_{\text{В}}$ до 150 МПа, але знижує δ до 6%. Алюміній легко обробляється тиском, зварюється усіма видами зварювання, але його обробка різанням ускладнена, має значну ливарну усадку. Після деформування і відпалу алюміній має однорідну зернисту структуру.

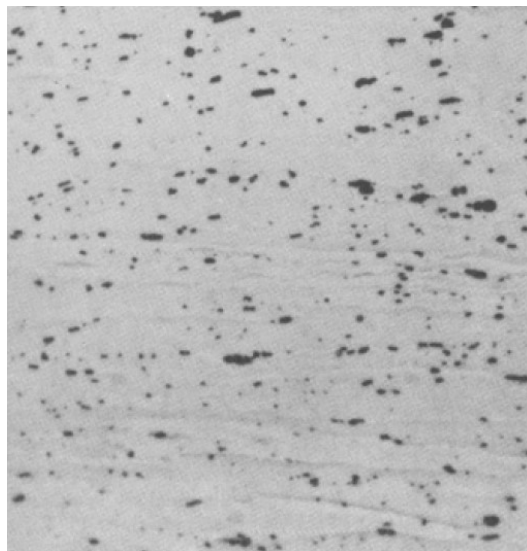


Рисунок 2.11 – Холоднокатаний алюмінієвий сплав

У мікроструктурі цієї серії зазвичай знаходять фази алюміній-залізо та алюміній-залізо-кремній. Це пов'язано з тим, що залізо та кремній мають низьку розчинність у алюмінії та є домішковими елементами. Тому в цьому

металі за допомогою травлення 0,5% розчином плавикової кислоти легко виявляють такі фази як FeAl_3 , Fe_3SiAl або $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{Al}_9$.

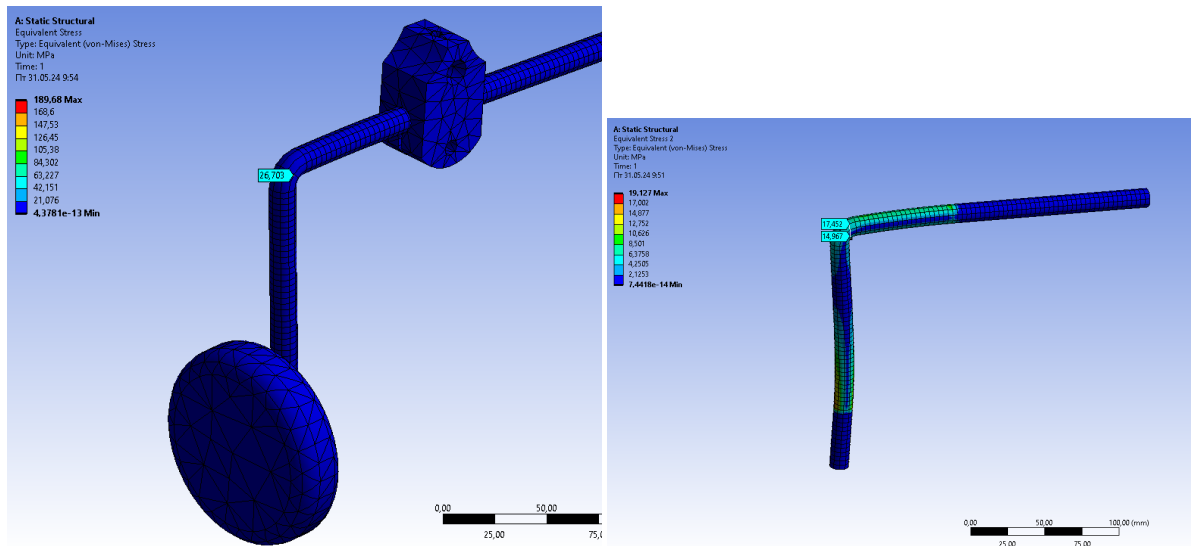


Рисунок 2.12 – Еквівалентні напруження, які виникають у з'єднувальній трубі, виготовленої з PLA пластику

В результаті моделювання були встановлено, що при навантаженні в 40 N на коліотримач в стабільних умовах експлуатації, еквівалентне напруження на з'єднувальній трубі виготовленої з PLA пластику сягають 19 МПа.

Plastic, PLA

PLA (general purpose), Polylactide / Polyactic acid (General purpose)

Data compiled by the [Granta Design](#) team at ANSYS, incorporating various sources including JAHM and MagWeb. ANSYS Inc. provides no warranty for this data.

Density	1,255e-06 kg/mm ³
Structural	
▼ Isotropic Elasticity	
Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio
Young's Modulus	3447,0 MPa
Poisson's Ratio	0,38990
Bulk Modulus	5218,0 MPa
Shear Modulus	1240,0 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	0,00013520 1/°C
Tensile Ultimate Strength	62,930 MPa
Tensile Yield Strength	52,440 MPa
Thermal	
Isotropic Thermal Conductivity	0,00014420 W/mm·°C
Specific Heat Constant Pressure	1,195e+06 mJ/kg·°C
Electric	
Isotropic Resistivity	4,313e+12 ohm-mm

Рисунок 2.13 – Властивості PLA пластику

За результатами моделювання можна зробити висновок, що при використанні з'єднувальної трубки виготовленої з PLA пластику виникають менші напруження та деформація, ніж у алюмінієвій. Тому доцільним є замінити матеріал, з урахуванням механічних властивостей та екологічних аспектів виготовлення PLA пластику.

2.3 Технологія виготовлення з'єднувальної трубки

Технологій серійного виготовлення виробів дуже багато, але конкретно для виготовлення виробів з полімерів використовують промисловий термопластавтомат [11].

Для роботи на обладнанні використовують термопласти – це типи полімерів, які стають м'якими і пластичними при нагріванні і твердіють при охолодженні, дозволяючи багаторазове перетворення без значної деградації матеріалу, до яких відносяться поліетилен, поліпропілен, полівінілхлориди та полілактиди PLA.

Завдяки цій властивості, термопласти широко використовуються у виробництві різноманітних виробів, включаючи труби, упаковки, автомобільні деталі та багато іншого. Принцип роботи термопласту включає кілька основних етапів: плавлення, формування та охолодження.



Рисунок 2.14 – Термопластавтомат ЕКН

Виготовлення виробів за допомогою термопластавтоматом виконується в декілька етапів. Основними етапами його роботи є подача сировини, плавлення, впорскування, охолодження та виймання готової продукції. Сировина у вигляді гранул або порошку подається в бункер, звідки потрапляє у шнекову систему. У шнеку матеріал нагрівається до температури плавлення і переходить у в'язкоплинний стан. Далі розплавлений пластик впорскується під високим тиском у прес-форму, яка визначає форму майбутнього виробу. Після заповнення форми починається етап охолодження, під час якого матеріал затвердіває, зберігаючи задану форму. Охолодження здійснюється за допомогою охолоджувальних каналів, вбудованих у прес-форму, через які циркулює охолоджувальна рідина. Після завершення охолодження прес-форма відкривається, і готовий виріб виймається, зазвичай автоматизованою системою або вручну. Цей процес дозволяє отримувати вироби високої якості з точними розмірами та складною геометрією. Завдяки своїй ефективності та точності термопластавтомати широко використовуються у виробництві деталей для автомобільної, електронної, медичної та інших галузей промисловості.

2.4 Етапи створення ергономічної форми подушки колінної педалі важеля

Ергономічна форма колінотримача у швейній машині є важливим аспектом, який значно впливає на комфорт та ефективність роботи швачки.

Ергономічно спроектований колінотримач підтримує природне положення ноги та мінімізує напругу у м'язах. Це особливо важливо при тривалих сеансах шиття, оскільки неправильне положення ноги може призвести до швидкої втоми та дискомфорту [12]. Ергономічна форма забезпечує рівномірний розподіл тиску на ногу, що сприяє зниженню втоми та дозволяє швачку працювати довше без втрати продуктивності.

Зручне положення ноги і легкість керування коліноотримачом дозволяють більш точно контролювати швидкість і хід машини. Це особливо важливо під час виконання складних швейних операцій, де потрібна висока точність. Ергономічна форма допомагає мінімізувати помилки, спричинені дискомфортом чи неприродним становищем ноги.

Комфортні умови роботи впливають на продуктивність. Швачки, що не відчують дискомфорту, можуть зосередитися на своїй роботі та виконувати завдання швидше та якісніше. Ергономічна форма коліноотримача сприяє створенню таких умов, що призводить до збільшення загальної продуктивності.

У даній кваліфікаційній роботі створення ергономічної форми коліноотримача досягалося шляхом створення тривимірної моделі коліна та подальшого моделювання з урахуванням особливих фізіологічних аспектів коліна. У результаті була отримана ергономічна форма коліноотримача, яка відповідає індивідуальним фізіологічним характеристикам коліна, забезпечуючи при цьому високий ступінь комфорту і функціональності під час експлуатації.

Для створення тривимірної моделі коліна використовувався 3D сканер SHINING 3D EinScan Pro HD – це портативний 3D сканер, який забезпечує високу точність і деталізацію сканування. Він підтримує кілька режимів сканування, включаючи ручне і автоматичне, що дозволяє адаптуватися до різних типів об'єктів і умов роботи. Пристрій використовує структуроване світло для точного відтворення складних геометрій і текстур. EinScan Pro HD також оснащений поліпшеною системою обробки даних, що забезпечує швидке і ефективно отримання 3D-моделей.

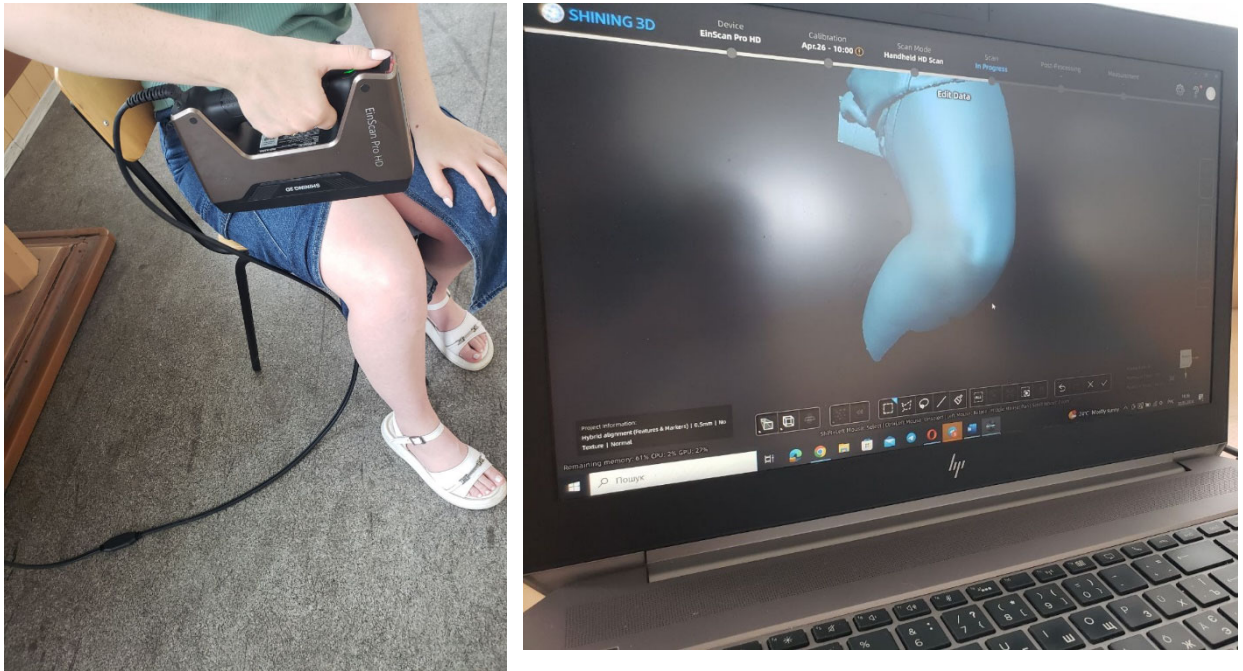


Рисунок 2.15 – Створення тривимірної моделі коліна

За допомогою отриманої тривимірної моделі створимо ергономічну модель коліноотримача з урахуванням особливостей будови коліна.

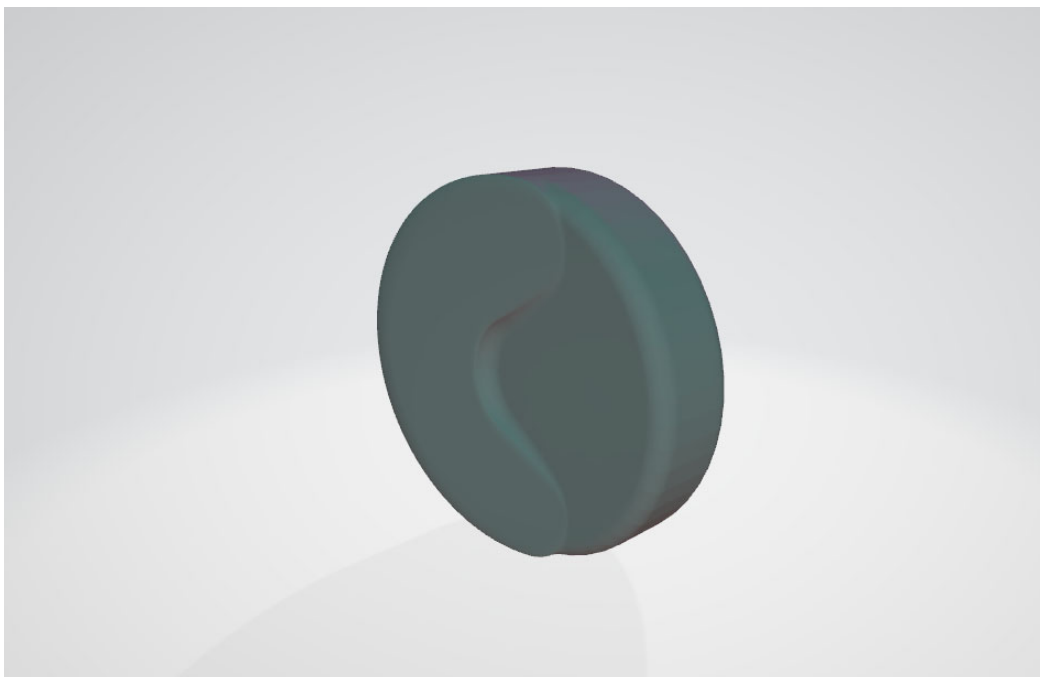


Рисунок 2.16 – Ергономічна модель коліноотримача

За результатами моделювання можна зробити висновок, що ергономічний коліотримач значно перевершує традиційні варіанти завдяки своїй формі, яка забезпечує кращу підтримку, розподіл навантаження та покращений кровообіг, знижуючи ризик дискомфорту та пошкоджень. Це сприяє підвищенню продуктивності та ефективності праці, забезпечуючи комфортні умови для тривалої роботи.

2.5 Висновки за розділом

У другому розділі було виконано функціонально-вартісний аналіз об'єкта дослідження. Було встановлено, що з'єднувальна трубка та коліотримач є одними із ключових елементів, тому модернізація цих елементів є доцільним.

Було створено тривимірну модель механізму притискання лапки швейної машини, до складу якого входить з'єднувальна трубка. Було запропоновано замінити матеріал з якого виготовлена трубка з алюмінію на PLA пластик. В результаті моделювання були встановлено, що при навантаженні в 41,05 Н (результати були отримані в результаті досліджень, які представлені в 4 розділі) на коліотримач в стабільних умовах експлуатації, еквіваленте напруження на з'єднувальній трубці виготовленої з алюмінієву справу сягають 36 МПа.

Доцільність заміни матеріалу було визначено за допомогою MCE моделювання процесу притискання лапки до столу, з урахуванням експлуатаційних навантажень, які були визначені дослідним шляхом. За результатами моделювання було встановлено, що при використанні з'єднувальної трубки, виготовленої з PLA пластику, напруження та деформація виявляються меншими, ніж у трубки з алюмінію.

3. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Якість виробів та матеріалів

Якість – сукупність характеристик об'єкта, що відносяться до його здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби [13].

Якість матеріалів визначається їхніми фізичними, механічними, хімічними та термічними властивостями. У виробництві важливо забезпечити, щоб використовувані матеріали за своїми властивостями відповідали специфікаціям. Для досягнення цього використовуються різноманітні методи контролю якості, такі як спектроскопія, мікроскопія, механічні тести, термічний аналіз тощо.

Однією з ключових характеристик матеріалів є їх міцність. Міцність визначається здатністю матеріалу витримувати механічні навантаження без руйнування. Для виміру міцності застосовуються різні тести, такі як тест на розтягнення, тиск, згин та інші.

Стійкість до зносу – ще один важливий аспект якості матеріалів, особливо у виробництві та ремонті машин та обладнання. Матеріали повинні мати достатню стійкість до тертя, абразії, корозії та інших видів зносу, щоб забезпечити тривалий термін служби виробів.

У сучасному виробництві все більше уваги приділяється інженерним пластичним матеріалам, таким як композити, полімери та композитні матеріали. Вони надають більші можливості для створення продуктів з покращеними характеристиками, такими як міцність, легкість, корозійна стійкість тощо.

Таким чином, якість матеріалів і виробів визначається їхніми властивостями, які можна виміряти та контролювати за допомогою різних технічних методів та тестів. Оптимізація якості матеріалів і виробів важлива для досягнення ефективного виробництва та задоволення потреб споживачів.

3.2 Сертифікація як інструмент забезпечення якості

Сертифікація є процедурою, за допомогою якої незалежні організації підтверджують, що певний виріб/матеріал відповідає встановленим стандартам та вимогам. Ця процедура може включати аудити, тести, інспекції та оцінку документації.

Процес сертифікації матеріалів може бути розділений на кілька основних етапів:

1. *Визначення стандартів.* Спочатку визначаються стандарти та вимоги, якими повинен відповідати матеріал. Це можуть бути міжнародні стандарти, регуляторні вимоги, внутрішні корпоративні стандарти тощо.

2. *Вибір сертифікаційного органу.* Виробник обирає сертифікаційний орган, який проведе процес сертифікації. Важливо обрати надійного та визнаного організму, який має відповідний досвід і акредитацію.

3. *Підготовка документації.* Виробник забезпечує необхідну документацію про властивості матеріалу, технології виробництва, умови зберігання та транспортування тощо.

4. *Тести та інспекції.* Сертифікаційний орган проводить тести та інспекції матеріалу для перевірки відповідності його властивостей встановленим стандартам.

5. *Видача сертифікату.* Після успішного проходження всіх етапів сертифікації, сертифікаційний орган видає сертифікат, який підтверджує відповідність матеріалу встановленим вимогам.

Наукові дослідження підтверджують [14], що сертифікація матеріалів має важливий вплив на кілька аспектів:

- забезпечує відповідність матеріалів встановленим стандартам якості, що впливає на загальну якість виробів. Вона допомагає забезпечити, що вироби виготовлені з високоякісних та надійних матеріалів, що зменшує ризик дефектів та вад.

- гарантує відповідність матеріалів стандартам безпеки. Це особливо важливо у галузях, де безпека виробів має критичне значення, таких як медична промисловість чи авіаційна індустрія. Сертифікація дозволяє уникнути ризиків використання небезпечних матеріалів або виробів.

- підтверджує відповідність матеріалів встановленим стандартам, що сприяє підвищенню довіри споживачів до продукції. Це може позитивно впливати на репутацію бренду та сприяти його конкурентоспроможності на ринку.

- важлива для вільного руху товарів на міжнародному ринку. Багатонаціональні стандарти та вимоги можуть вимагати наявності сертифікатів якості для виробів, що експортуються або імпортуються.

- сприяє впровадженню нових технологій та інновацій у виробництво матеріалів, оскільки виробники мають стимул до вдосконалення своїх продуктів для відповідності стандартам якості.

Отже, сертифікація впливає на якість, безпеку, довіру та конкурентоспроможність продукції, що робить її невід'ємною частиною сучасного виробництва.

3.3 Методи визначення показників якості

Методи визначення показників якості – це технічні процедури, які використовуються для об'єктивної оцінки властивостей матеріалів, виробів чи процесів виробництва[15]. Існує безліч методів визначення показників якості, які використовуються в різних галузях промисловості та науки. Найбільш поширеними методами є:

а) фізичні та механічні тести – включають в себе різноманітні тести, такі як вимірювання розмірів, маси, міцності, твердості, гнучкості та інших механічних властивостей матеріалу або виробу. Наприклад, тест на розтягнення, тест на згин, випробування на стискання та інші.

б) хімічний аналіз – використовується для визначення хімічного складу матеріалу або продукту, а також концентрації окремих складових. Він може включати методи, такі як спектроскопія, хроматографія, мас-спектрометрія та інші.

в) мікроструктурний аналіз – використовується для вивчення мікроструктури матеріалу на мікроскопічному рівні. Він дозволяє виявити дефекти, включення, фазові склади та інші аспекти, які можуть впливати на якість матеріалу.

г) термічний аналіз – використовується для вивчення термічних властивостей матеріалів, таких як температура плавлення, теплопровідність, теплоємність та інші. Він може включати методи, такі як диференціальна скануюча калориметрія (DSC), термогравіметрія (TGA), термомеханічний аналіз (ТМА) та інші.

д) тестування на відповідність стандартам – включає порівняння результатів тестів з встановленими стандартами якості. Якщо матеріал або виріб відповідає вимогам стандарту, то він вважається відповідним за якість.

ж) випробування на відмову – використовується для оцінки часу або обставин, за яких матеріал або виріб може вийти з ладу або втратити свою функціональність. Він дозволяє оцінити надійність та довговічність продукту.

Всі ці методи можуть застосовуватися окремо або в поєднанні для забезпечення повного обсягу оцінки якості матеріалу або виробу. Вибір конкретного методу залежить від специфіки матеріалу чи продукту, а також від конкретних вимог та цілей дослідження.

3.4 Тензометрія. Метрологічне забезпечення тензометрії

Тензометрія – це метод вимірювання напружень або деформацій в матеріалах за допомогою тензодатчиків, які реєструють зміни в електричному опорі, що виникають при розтягуванні, стисканні, згині або обертанні об'єкта. Основні аспекти та застосування тензометрії включають:

Принцип роботи: Тензодатчики (або тензометри) зазвичай складаються з деформованої провідної або напівпровідникової плівки, яка розміщена на гнучкій основі. Під впливом механічного навантаження ця плівка зазнає зміни у своїй формі, що призводить до зміни електричного опору. Ці зміни можуть бути виміряні і використовуються для визначення напружень або деформацій у матеріалі.

Типи тензодатчиків: Існують різні типи тензодатчиків, які використовуються для вимірювання різних видів напружень та деформацій, включаючи розтягувальні, стискальні, згинальні та обертальні тензодатчики.

Типи датчиків залежно від сфери застосування:

- тензодатчики силовимірювальні (вимірює зусилля і навантаження)
- тензодатчики ваговимірювальні (вимірює вагу)
- тензодатчики тиску (вимірювання тиску в різних середовищах)
- акселерометри (датчики прискорення)
- тензодатчики переміщення
- тензодатчики крутного моменту

Найбільш типовим застосуванням тензодатчиків є ваги. В залежності від конструкції вантажоприймальної платформи застосовуються вагові тензодатчики різного типу (рис. 3.1):

- тензодатчики консольні (балочні тензодатчики);
- тензодатчики s-подібні;
- тензодатчики "шайба" (тензодатчики мембранного типу);
- тензодатчики "бочка" (тензодатчики колонного типу).

На рисунку 3.2 показано, як чотири тензодатчики містяться в «плечах» моста, які розташовані на гнучкій підкладці, забезпечуючи їм пружну деформацію під час вимірювання. Усі резистивні елементи тензодатчика вибираються еквівалентними для забезпечення нульової різниці потенціалів у точках +В і -В на вихідному сигналі спокою. Це означає, що ідеальний тензодатчик не матиме струму у вихідному ланцюзі вимірювання. У реальному пристрої все ще існує навантаження на мережу через структурні та температурні перепади між резистивними компонентами. Після того, як на вимірювальний пристрій прикладається механічне навантаження, гнучка основа деформується, що змінює параметри резисторів у мостовій схемі тензодатчика [16]. Зазвичай подовження і стиснення відбуваються попарно (рисунок 3.3).

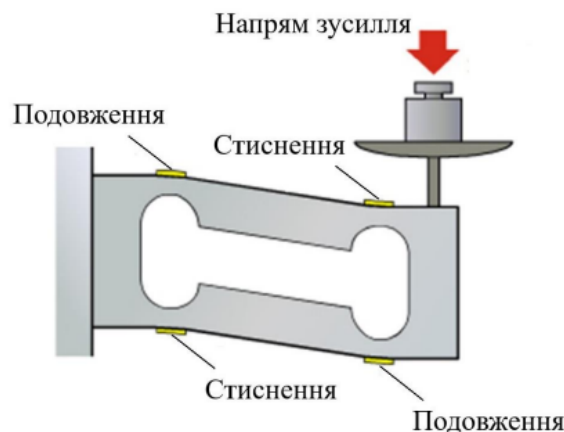


Рисунок 3.3 – Вплив навантаження на тензодатчики

Як видно на рисунку 3.3, два резистора стискаються, а два інших розтягуються, що призводить до деформації моста. Схема розбалансована і вихідний струм через тензодатчик починає протікати. На це відреагує стрілка гальванометра або дисплей приладу, який реагує на зміну різниці потенціалів. Як тільки навантаження перестане впливати на тензодатчики, плата повернеться до початкового стану, а міст повернеться в рівновагу.

Тензометрія є важливим інструментом для вимірювання механічних властивостей матеріалів та забезпечення якості та надійності різних технічних

систем. Для проведення експерименту у четвертому розділі було використано метод тензометрії за допомогою балочного тензодатчика та вагоіндикатора.

Таким чином, метрологічне забезпечення тензометрії – це ключовий елемент у забезпеченні якості та надійності вимірювань, що сприяє розвитку технологій та наукових досліджень.

3.5 Повірка і калібрування для тензометрії

Повірка і калібрування для тензометрії – це процеси, що забезпечують відповідність вимірювальних приладів (тензодатчиків, тензометрів) стандартам точності та надійності. Вони важливі для забезпечення правильності та достовірності вимірювань, що виконуються з використанням цих приладів. Основні відмінності між повіркою і калібруванням такі:

Повірка – це процес перевірки вимірювального приладу на відповідність встановленим метрологічним вимогам, без втручання в його налаштування. Під час повірки зазвичай вимірюються параметри точності та надійності приладу, а результати порівнюються з встановленими стандартами.

Калібрування – це процес налаштування вимірювального приладу на відповідність встановленим метрологічним стандартам. Під час калібрування можуть вноситися корекції до показань приладу з метою підвищення його точності та відтворюваності.

Для проведення експерименту з вимірювання зусилля, необхідного для підняття лапки швейної машини, і розрахунків деформації важеля в процесі роботи у 4 розділі даної роботи було обрано балочний тензодатчик Zemic L6D (рис. 3.4)

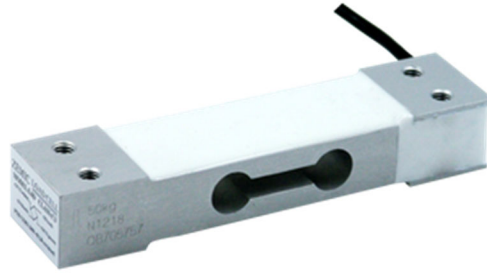


Рисунок 3.4 – Тензодатчик Zemic L6D

Тензодатчик Zemic L6D – це тип тензодатчика, який використовується для вимірювання ваги або сили в різних застосуваннях, таких як ваги, преси, контроль якості та автоматизовані системи управління виробництвом. Даний датчик відповідає технологічним вимогам законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, та підтверджений сертифікатом (рис. 3.5).

		Зареєстровано за № Ref. Certif. No. UA.TR.001 17-19 Rev. 0	
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ, СЕРТИФІКАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ» (ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ») STATE ENTERPRISE «ALL-UKRAINIAN STATE RESEARCH AND PRODUCTION CENTER FOR STANDARDIZATION, METROLOGY, CERTIFICATION AND CONSUMERS' RIGHTS PROTECTION» (SE "UKRMETRTESTSTANDARD")			
СЕРТИФІКАТ ПЕРЕВІРКИ ТИПУ Type-examination Certificate			
Виданий: Issued to:	ZHONGHANG ELECTRONIC MEASURING INSTRUMENTS CO., LTD (ZEMIC) XINYUAN RD. NORTH PART OF EDZ HANZHONG 723000 SHAAANXI, P.R. CHINA		
Відповідно до: In accordance with:	Додатку 3, розділ «Процедури оцінки відповідності. Модуль В (перевірка типу)» до Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 січня 2016 р. № 94		
Тип засобу вимірювальної техніки: Type of measuring instrument:	Датчики навантаження (ваговимірвальні) Load cells		
Позначення типу: Type designation:	L6D		
Дата видачі: Date of issue:	30.01.2019	Чинний до: Valid until:	30.01.2029
Кількість сторінок: Number of pages:	5		
Номер для посилаць: Reference No.:	34/3/B/29/060-18		
Номер призначеного органу: Number of Designated body:	UA.TR.001		
Цей сертифікат видано на результативні дослідження технічного проекту засобу вимірювальної техніки. Цей сертифікат підтверджує відповідність типу засобу вимірювальної техніки застосовним вимогам Технічного регламенту.			
Цей сертифікат видається на засіб вимірювальної техніки, що їх надають на ринку України та/або ввозять в Європейський Союз, описаному в цьому сертифікаті, і застосовним вимогам Технічного регламенту має бути підтверджена через проведення оцінки з процедур оцінки відповідності за модулем В, вказаним у вимогах Технічного регламенту.			
This certificate is issued based on the results of examination of the technical design of the measuring instrument. This certificate confirms that the type of the measuring instrument meets the applicable requirements of the Technical Regulation.			
The conformity of the measuring instrument being placed on the market and/or put into use with the type described in this certificate and applicable requirements of the Technical Regulation shall be established by one of the conformity assessment procedures according to module that follows: module B as specified in the Technical Regulation.			
Заступник керівника органу оцінки відповідності Deputy Director of Conformity Assessment Body			Ю.В. Кузьменко Yu. V. Kuzmenko Ініціали, прізвище / Name
М.П. ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» Organizational stamp	Цей сертифікат є публічним документом. Будь-яка копія цього сертифіката може бути використана з метою отримання інформації про цей сертифікат, за умови відшкодування витрат на копіювання. Сертифікат безкоштовно надається за письмовим запитом. Цей сертифікат має бути керований електронно. Any publication without the consent of the issuing Designated body. Certificate without approval and stamp are not valid.		
Адреса ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»: 4, вул. Метрологічна, Київ, 01045, Україна Address SE "UKRMETRTESTSTANDARD": 4, Metrological st., Kyiv, 01045, Ukraine Телефон/Phone: +38 (044) 526-52-29, Факс/fax: +38 (044) 526-42-40, e-mail/av: ukmetr@ukmetr.kiev.ua, web-portal website: www.ukmetr.kiev.ua			
09A-3.101P-4.1			

Рисунок 3.5 – Сертифікат перевірки тензодатчика Zemic L6D

Zemic L6D відомий своєю високою точністю, надійністю та широким діапазоном робочих температур. Характеристики даного тензодатчика наведені у таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики тензометричного датчику одноточкового типу Zemic L6D

Тип тензодатчика	Тензометричний датчик одноточкового типу
Корпус прибору	Алюмінієвий сплав
Клас захисту датчика	IP65
Навантаження на тензодатчик	15 кг
Клас точності	C3
Максимальна кількість повірочних інтервалів	3000 n max
Мінімальний повірочний інтервал	$E_{max}/7000 \text{ v min}$
Загальна помилка	$\leq \pm 0,020 \%FS$
Повзунок	$\leq \pm 0,0167 \%FS/30min$
Температурне відхилення чутливості	$\leq \pm 0.0175 \%FS/10^{\circ}C$
Температурне відхилення нуля	$\leq \pm 0.020 \%FS/10^{\circ}C$
Вихідна чутливість	2.0 ± 0.2
Вхідний опір	$409 \pm 6 / 1065 \pm 15 \Omega$
Вихідний опір	$350 \pm 3 / 1000 \pm 10 \Omega$
Опір ізоляції	$\geq 5000(50VDC) M\Omega$
Баланс нуля	$2 \%FS$
Граничне навантаження	$150 \%FS$
Руйнівне навантаження	$300 \%FS$
Діапазон термокомпенсації	$-10 \sim +40^{\circ}C$
Робочий діапазон температур	$-35 \sim +65^{\circ}C$
Діапазон напруги живлення	$5 \sim 12(DC)$
Максимально допустима напруга живлення	$18(DC)$

Принцип тензометрії базується на залежності між деформацією об'єкта і прикладеним навантаженням. Залежність вихідного сигналу тензодатчика від навантаження є основним параметром, який визначає ефективність і точність вимірювань. У більшості випадків ця залежність лінійна, але можуть бути й нелінійні ефекти. Лінійна залежність в межах робочого діапазону

тензодатчика вихідний сигнал (напруга або струм) змінюється пропорційно прикладеному навантаженню. Дана лінійність забезпечує простоту калібрування і високу точність вимірювань.

Для тензометрії, повірка та калібрування включають перевірку та налаштування тензодатчиків та тензометрів згідно з встановленими стандартами та вимогами. Це може включати в себе перевірку чутливості, вимірювання відхилень від заданих значень, корекцію показань, а також ведення документації про проведені дії.

3.6 Висновки за розділом

В даному розділі було визначено наступні поняття та характеристики: якість виробів та матеріалів; сертифікація як інструмент забезпечення якості; методи визначення показників; метрологічне забезпечення тензометрії, повірка та калібрування.

Для проведення метрологічних вимірювань в процесі проведення експерименту було обрано наступне метрологічне забезпечення:

1. Тензодатчик одноточкового типу Zemic L6D , який має клас точності С3 (комбінована погрішність даного класу становить 0,02%) та розрахований на максимальну вагу навантаження 150 Н. Параметри метрологічного забезпечення відповідають задачам експерименту.

2. Запропонована мостова схема вимірювання.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Постановка завдання

У даному розділі проведено експериментальне вимірювання зусилля, яке прикладається для притискання валу важеля.

Балочний тензодатчик - це пристрій, який використовується для вимірювання напруги або деформації в балках або інших конструкціях. Це важливий інструмент в інженерній практиці, особливо в галузях, де важливо контролювати навантаження на будівельні чи механічні конструкції.

Тензодатчики працюють на основі зміни опору або ємності при зміні механічного напруження. Вони можуть бути використані для вимірювання різних параметрів, таких як вигин, зсув, стискання або розтягнення в балках. Інформація, отримана від балочного тензодатчика, дозволяє інженерам аналізувати та контролювати навантаження на конструкцію для забезпечення безпеки та ефективності її роботи.

Для проведення експерименту було використано балочний тензодатчик (рис 4.1) та ваговий індикатор.

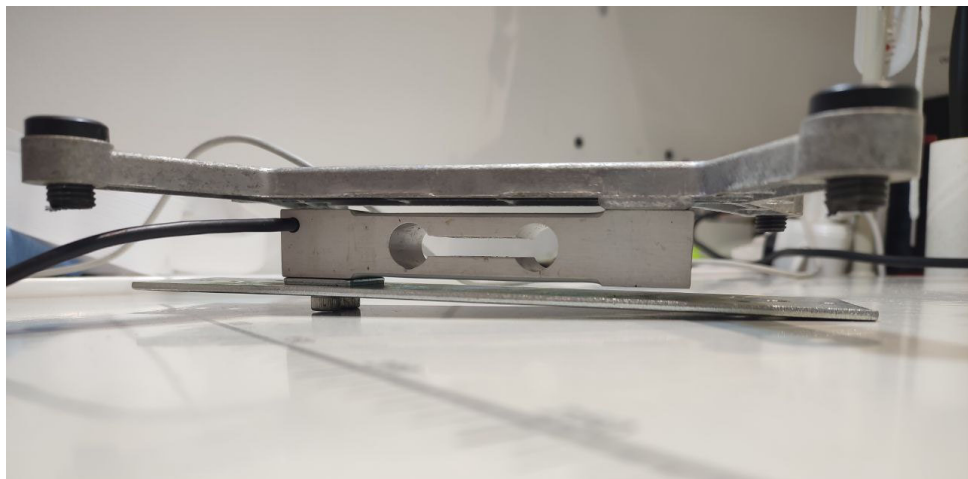


Рисунок 4.1 – Тензодатчик балочний

Ваговий індикатор УН-ТЗ (рис. 4.2) - ваговимірний пристрій, призначений для підключення до електронних ваг, з метою керування процесом зважування та відображення поточної маси вантажу.

Технічні характеристики вагового індикатору УН-ТЗ:

- швидкість роботи аналогово-цифрового перетворення 40 раз/с;
- діапазон вхідного сигналу 0-10 мВ;
- максимальна кількість повірочних інтервалів 3000;
- можливість вибору дискретності 1/2/5/10/20/50;
- діапазон відображення від -99990~99990 (d=10).



Рисунок 4.2 – Ваговий індикатор

Дані характеристики відповідають потребам експерименту.

4.2 Проведення експерименту

Експеримент було проведено в декілька етапів. Спочатку проведено калібрування вагового індикатора, установка тензодатчика на вал важеля, прикладання зусилля та визначення даних.

Перший етап: для зниження похибки вимірювань, проводиться установка датчика ваги за рівнем (рис.4.3).



Рисунок 4.3 – Установка датчика ваги за рівнем

Другий етап: розрахунок дискретності вимірювань, d – дискретність вимірювання; E_{\max} - максимальна вага; N_{\max} – максимальна кількість повірочних інтервалів.

$$E_{\max} = 15 \text{ кг}$$

$$N_{\max} = 3000$$

$$d = E_{\max} / N_{\max} = 15 / 3000 = 0,005 \text{ кг}$$

Виходячи з цього встановлюємо $d = 5 \text{ гр}$ (рис. 4.4)



Рисунок – 4.4 Встановлення дискретності

Третій етап: встановлення кількості знаків після коми. З урахуванням дискретності $d=5$ встановлюємо три знаки після коми. (рис. 4.5)



Рисунок 4.5 – Встановлення кількості знаків після коми

Четвертий етап: установка максимально вимірювальної ваги (рис. 4.6). Згідно характеристик датчик розрахований на максимальну вагу 20кг. Для запобігання перенавантаження датчика під час вимірювання було встановлено максимальне значення шкали 15 кг.



Рисунок 4.6 – Установка максимально вимірювальної ваги

П'ятий етап: Тарування нуля (рис. 4.7) проводиться для запису у пам'ять вагоіндикатора значення вихідного сигналу датчика без навантаження.



Рисунок 4.7 – Тарування нульового значення

Етап шостий: Тарування під навантаження. Навантажуємо датчик гирею 2 кг та вводимо значення гирі до вагоіндикатора. Порівнюємо показник вагоіндикатора з вагою встановленої гирі (рис. 4.8)



Рисунок – 4.8 Тарування під навантаженням

Етап сьомий : перевірка показань вагоіндикатора, використано гирі вагою 2кг та 500гр (рис. 4.9). Для цього еталоні ваги встановлюються на поверхню тензодатчика. Порівнюється значення на шкалі вагів з значенням ваги гирі.



Рисунок 4.9 – Перевірка показань вагоіндикатора

В процесі тарирування були встановлені параметри шкали та підготовлено вагоіндикатор для вимірювання зусилля натиску, яке прикладається на вал важеля для підйому лапки.

Останнім етапом було визначення зусилля, яке прикладається до валу важеля під час притискання коліном (рис. 4.11).

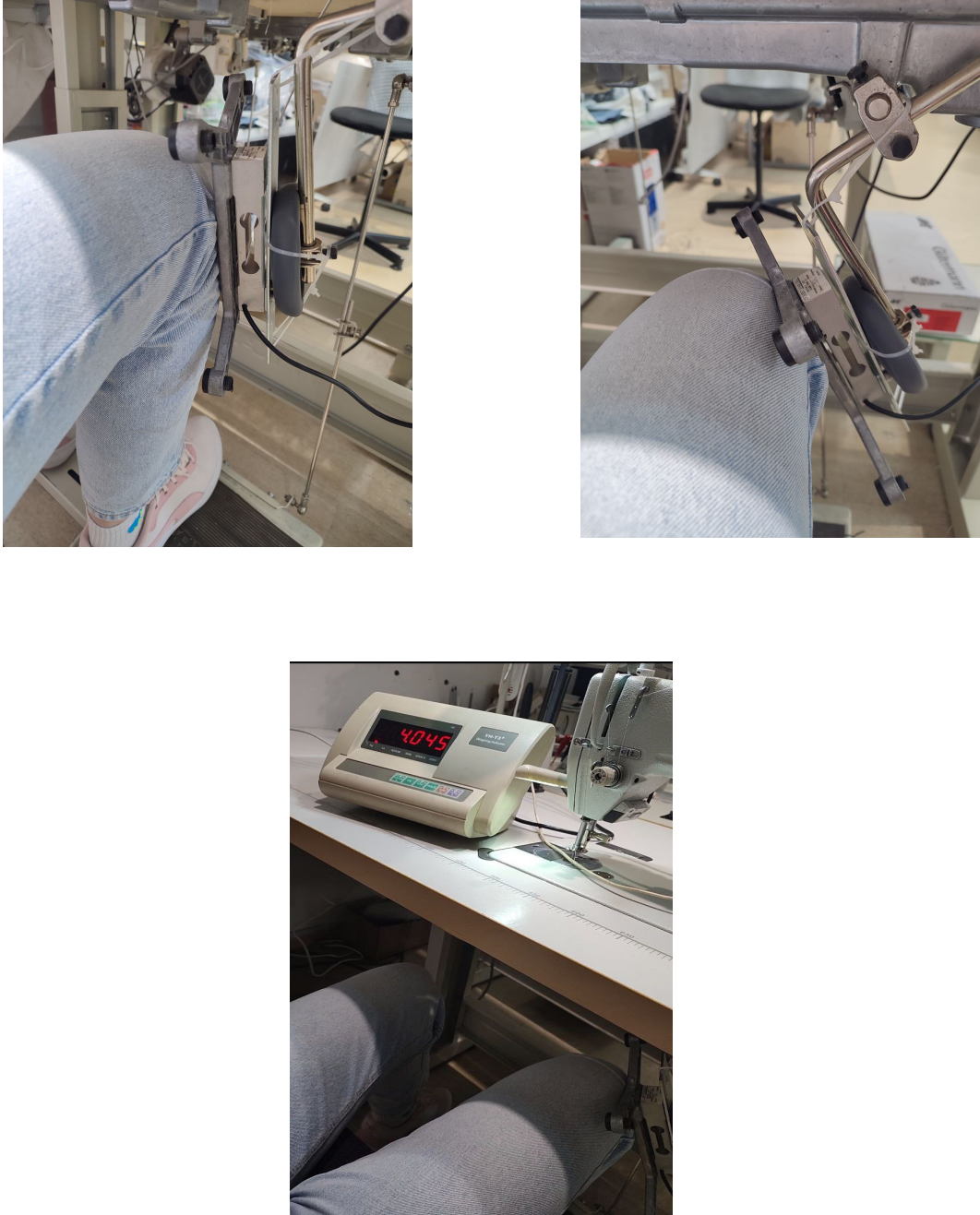


Рисунок 4.11 Притискання тензодатчика коліном

В процесі проведення експерименту було проведено тарирування вагоіндикатора, встановлено тензодатчик на вал важеля та проведено сім вимірювань для точності експерименту.

4.3 Аналіз отриманих даних

Для визначення більш точного значення зусилля (рис 4.12), яке прикладається до валу важеля експеримент було повторно проведено 7 разів. З отриманих даних виведено середнє арифметичне значення.



Рисунок 4.12 Показник зусилля, яке прикладається до валу важеля

Дані , отриманні під час експерименту занесені до таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Експериментальні дані

№ експерименту	1	2	3	4	5	6	7
Зусилля, Н	40,75	43,05	43,55	42,40	39,85	43,50	34,25

Результатом будь-якого статистичного дослідження є отримання різних статистичних показників, що дозволяють оцінити рівень, варіацію, структуру, взаємозв'язки і динаміку досліджуваних явищ.

За результатами проведених вимірювань визначимо статистичні показники, які адекватно описують отримані значення зусилля, прикладеного на вал важеля.

Знаходимо середнє арифметичне виборки отриманих значень:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (3.1)$$

$$\bar{x} = \frac{4.075+4.305+4.355+4.240+3.985+4.350+3.425}{7};$$

$$\bar{x} = 4.105(\text{кг}) \text{ або } 41,05 \text{ Н.}$$

Знаходимо середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_{\text{сер}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.2)$$

$$\sigma_{\text{сер}} = \sqrt{\frac{(4.075-4.105)^2+(4.305-4.105)^2+(4.355-4.105)^2+(4.240-4.105)^2}{7} + \frac{(3.985-4.105)^2+(4.350-4.105)^2+(3.425-4.105)^2}{7}};$$

$$\sigma_{\text{сер}} = 0,3 \text{ (кг) або } 3,0 \text{ Н}$$

Випадкова величина повністю описується з ймовірнісної точки зору, якщо відомий закон розподілу ймовірності її появи. Законом розподілу ймовірності випадкової величини називається співвідношення між можливими значеннями випадкової величини і відповідними їм ймовірностями.

Якщо якась величина утворюється в результаті складання багатьох випадкових слабо взаємозалежних величин, кожна з яких вносить малий внесок щодо загальної суми, то центрований і нормований розподіл такої величини при збільшенні числа спостережень прагне до нормального розподілу:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \quad (3.3)$$

де параметр μ – математичне очікування (середнє значення); σ середньоквадратичне відхилення (σ^2 – дисперсія) розподілу.

$$f(x) = \frac{1}{0,3\sqrt{2} \times 3,14} 2,718^{-(5,6)}$$

$$f(x) = 1,327$$

Під час проведення експерименту було Отже, для того, щоб підняти лапку швейної машини експериментальним методом було визначено, що потрібно прикласти зусилля 41,05 Н на вал важеля (це зусилля використано у другому розділі для проведення обчислення).

4.4 Висновки за розділом

Тензодатчики працюють на основі зміни опору або ємності при зміні механічного напруження. Вони можуть бути використані для вимірювання різних параметрів, таких як вигин, зсув, стискання або розтягнення в балках. Інформація, отримана від балочного тензодатчика, дозволяє інженерам аналізувати та контролювати навантаження на конструкцію для забезпечення безпеки та ефективності її роботи.

Було проведено постановку задачі експерименту та розроблено етапи експерименту.

В процесі проведення експерименту було проведено тарювання вагоіндикатора, встановлено тензодатчик на вал важеля за допомогою стяжок та проведено 7 вимірювань для точності експерименту.

На підставі проведених випробувань отримані статистичні показники (середнє арифметичне значення, математичне очікування, середньоквадратичне відхилення), побудований закон розподілу, що дозволив

оцінити якість спроектованого виробу і розробити рекомендації відносно забезпечення показників якості матеріалу валу важеля.

Для того, щоб підняти лапку швейної машини експериментальним методом було визначено, що потрібно прикласти зусилля 41,05 Н на вал важеля (це зусилля використано у другому розділі для проведення обчислення).

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі було проведено аналіз швейного виробництва, та виявлено потребу користувачів швейної машинки у покращенні однієї з її ланок, а саме валу важеля. На основі цього було розроблену ергономічну модель валу важеля для підйому лапки швейної машини, з урахуванням антропометричних характеристик користувача.

В процесі виконання дипломного проекту було вирішено наступні завдання:

1) Розроблено 3Д модель валу важеля. Для створення тривимірної моделі коліна використовувався 3Д сканер SHINING 3D EinScan Pro HD – це портативний 3Д сканер, який забезпечує високу точність і деталізацію сканування. За допомогою отриманої тривимірної моделі створено ергономічну модель валу важеля з урахуванням особливостей будови коліна.

2) Досліджено конструкцію механізму підняття лапки та вплив різних чинників на експлуатаційні характеристики. Вал важеля є одним із найважливіших елементів механізму підняття лапки швейної машини. Ергономічно спроектований коліноотримач підтримує природне положення ноги та мінімізує напругу у м'язах. Дана форма забезпечує рівномірний розподіл тиску на ногу, що сприяє зниженню втоми та дозволяє швачці працювати довше без втрати продуктивності.

3) Визначено раціональні конструктивні параметри важеля. Діаметр валу – 100 мм; висота трубки – 180 мм; діаметр трубки – 13 мм.

4) Обрано матеріал валу важеля - PLA-пластик. Запропоновано виготовлення зєднувальної трубки на промисловому термопластавтоматі.

5) Проведено вимірювання навантаження важеля за технологією методу тензометрії. В процесі проведення експерименту було проведено тарювання вагоіндикатора, встановлено тензодатчик на вал важеля за допомогою стяжок та проведено 7 вимірювань для точності експерименту. На підставі проведених випробувань отримано статистичні показники: середне

арифметичне значення – 41,05 Н; середньоквадратичне відхилення – 3,0 Н;
математичне очікування – 13,27 Н.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хоменко Л.М. Обладнання швейного виробництва: Навчально-методичний посібник . –Умань: ВПЦ «Візаві», 2011. -132 с.
2. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ГАЛУЗІ (швейне виробництво): навчальний посібник / Б.В.Орловський, Н.С.Абрінова.-К.: КНУТД, 2013.-285 с.
3. Ісаєв В.В. Обладнання швейних підприємств: Підручник.- М., 1989.-. С.6,8,20-56. 2. Кучер В.О., Степура А.О.
4. Лазур К.Р. Швейне матеріалознавство: Підручник – Львів: Світ, 2003 – 240с.
5. <https://janome.co.ua/ua/shveynyye-mashinki-vidy-osobennosti-naznacheniyе>
6. Функціонально-вартісний аналіз. Навчальний посібник. Інтернет джерело:
<http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/462/1/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE-%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7.pdf>
7. Принцип дії швейної машини. Інтернет джерело:
<https://uahistory.co/pidruchniki/sidorenko-labor-training-for-girls-6-class-2014/27.php>
8. Get Started Tutorials. Інтернет джерело:
<https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2022/ENU/?guid=GUID-25E3BABE-0FF4-4542-854E-AD2F59E4BB4A>
9. ANSYS WORKBENCH. ЗНАЙОМСТВО. ПОЧАТОК РОБОТИ. Інтернет джерело:
https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34086/1/MV_Osnovy%20Ansys_23.pdf

10. СТРУКТУРА, ВЛАСТИВОСТІ Й ЗАСТОСУВАННЯ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ. Інтернет джерело:

https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/МАТЕРІАЛІ/R_m_Almaz.pdf

11. Термопластик: конструкції, види, особливості, нагрівачі. Інтернет джерело:

<https://ten24.com.ua/blog/termoplastavtomat-konstruktsii-tipy-osobennosti-nagrevateli-dlya-tpa/>

12. ОСНОВИ ЕРГОНОМІКИ. Інтернет джерело: https://e-tk.lntu.edu.ua/pluginfile.php/18772/mod_resource/content/2/%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%8E%D0%BA.pdf

13. Тимофеева Л.А., Комарова Г.Л. Методи оцінки управління якістю продукції: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 32 с.

14. <https://nidi.org.ua/ua/organ-z-sertifikaciyi-produkciyi>

15. Крилова Г.Д. Основи стандартизації, сертифікації, метрології. Підручник для вузів. – М.: ЮНІТІ АНА, 1999. -711 с.

16. Технічні параметри тензодатчика. Інтернет посилання: <https://keli.kiev.ua/ua/a482758-proverka-tenzodatchika-rabotosposobnost.html>