

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

### Розробка машини для контурного нанесення клею на взуттєві деталі

Назва теми

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Шифр, назва

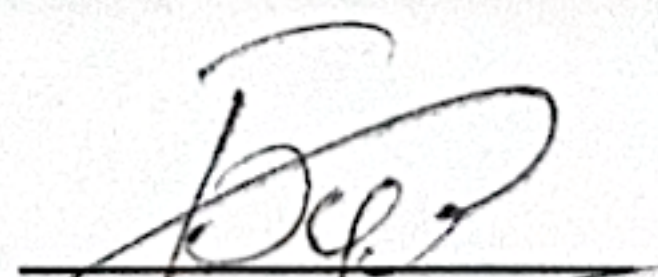
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Шифр, назва

Освітня програма «Машини і апарати легкої промисловості»

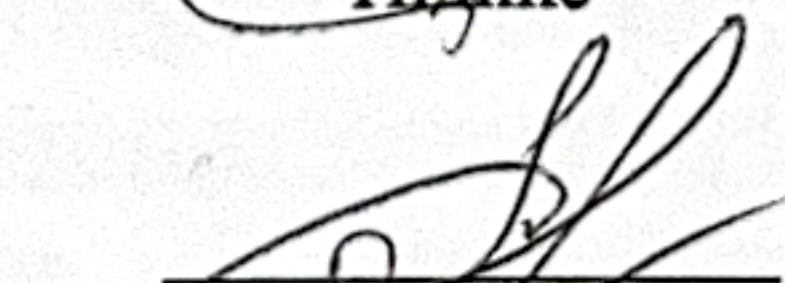
Шифр МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу  
група МБм-23-1

  
Підпис

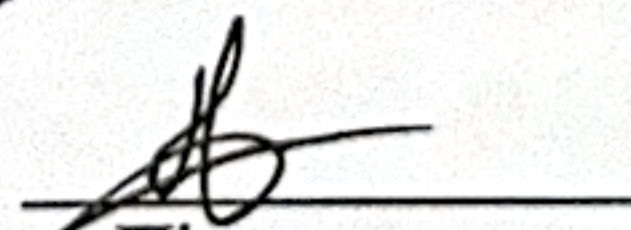
Булавський М.О.  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

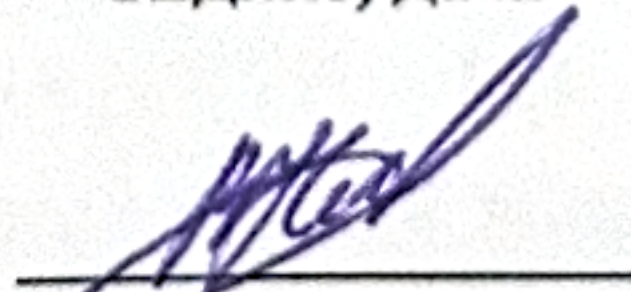
проф. Поліщук О.С.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.І. Тукучи  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

  
Підпис, дата

доц. Неймак В.С.  
Ініціали, прізвище

Зав. кафедри МАЕЕС

17 12 2024 р.

Хмельницький 2024

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту і архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем  
Освітній рівень магістр  
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Шифр і назва  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Шифр і назва  
Освітня програма «Машини і апарати легкої промисловості»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

к.т.н. доц. Неймак В.С.

12 . 12 . 2024р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Булавський Максим Олегович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка машини для контурного нанесення клею на взуттєві деталі

керівник роботи д.т.н., проф. Поліщук О.С.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 16 08 2024 р. № 60

2. Строк подання студентом роботи на кафедру \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики машин аналогів та взуттєвих матеріалів

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка конструкції машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру. 3. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції машини для нанесення клею по контуру. Висновки. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Аркуш 1. Пристрій для нанесення клею. Документ оглядовий (A1). Аркуш 2. Пристрій для нанесення клею на деталі взуття. Документ оглядовий (A1). Аркуш 3. Пристрій для нанесення клею на складні контури. Схема кінематична (A1). Аркуш 4. Пристрій для нанесення клею на складні контури. Схема пневматична (A1). Аркуш 5, 6, 7. Пристрій для нанесення клею на деталі взуття. Складальне креслення (A1). Аркуш 8. Пристрій контрольний. Вид загальний (A1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

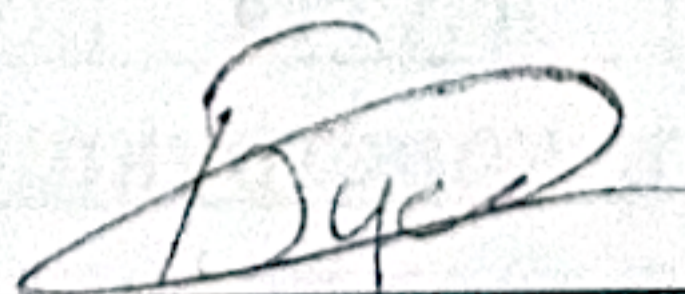
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

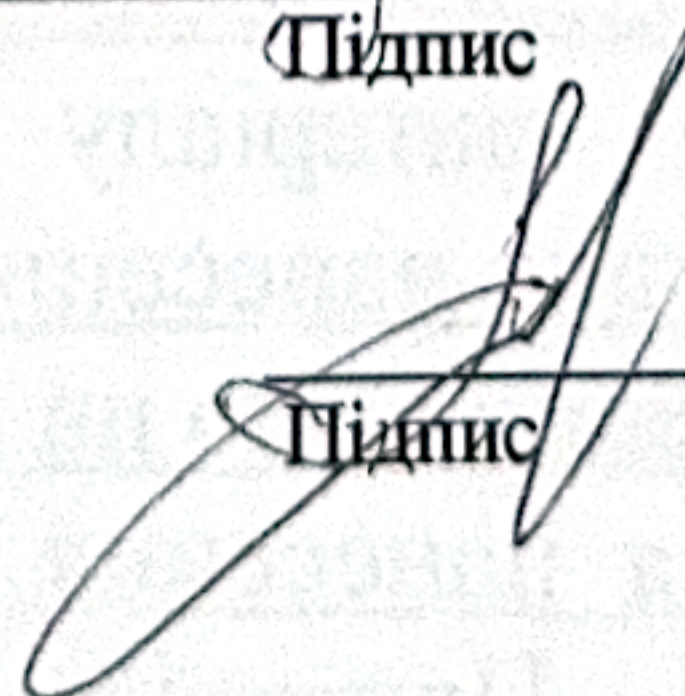
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	до 30.10.22р.	
2. Розробка конструкції машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру	до 10.11.22р.	
3. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції машини для нанесення клею по контуру	до 20.11.22р.	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 12.12.22р.	

Студент

  
Підпис

М.О. Булавський  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

О.С. Поліщук  
Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

1. Прізвище, ім'я та по батькові

Булавський Максим Олегович

2. Тема магістерської роботи Розробка машини для контурного нанесення клею на  
взуттєві деталі

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 8 арк., сторінок записки 70

5. У зв'язку зі зростаючими вимогами до якості та швидкості виробництва, виникає необхідність у впровадженні нових технологій та обладнання, здатного автоматизувати та оптимізувати процес нанесення клею. Нове обладнання повинно забезпечувати такі операції, як нанесення клею на затягну кромку, рант устілки, контур верхньої устілки, підноси, задники та інші криволінійні поверхні. Це потребує високої точності та рівномірності нанесення, особливо на складних геометричних формах, щоб уникнути дефектів та забезпечити надійне з'єднання деталей. Таким чином, розробка сучасних машин для нанесення клею є актуальним завданням, яке відповідає потребам взуттєвої промисловості та сприяє підвищенню ефективності та якості виробничих процесів. В магістерській роботі розроблено машину для контурного нанесення клею на взуттєві деталі. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. В другому здійснено розробку конструкції машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру. В третьому розділі виконано Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції машини для нанесення клею по контуру.

Підпис студента

" 17 " 12 20 24 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від " 23 " 12 20 24 р.

Оцінка проекту ЕК

Рекомендації ЕК

Особливі відмітки

Технічний секретар

" 23 " 12 20 24 р.

# ЗМІСТ

		стор.
	Вступ	6
1	Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	8
1.1	Класифікація клеїв	8
1.2	Види клеїв для виробництва та ремонту взуття. Їх особливості та застосування	10
1.3	Машина для клейового з'єднання компонентів взуття	22
1.4	Пристрій для нанесення клею на ділянки деталей низу взуття	24
1.5	Установка для нанесення клею по контуру взуттєвої деталі	26
1.6	Пристрій для нанесення клею на деталі взуття	28
1.7	Установка для нанесення клею на рант устілки	29
1.8	Висновки до першого розділу	30
2	Розробка конструкції машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру	31
2.1	Обґрунтування потреби проектування машини для нанесення клею на складні контури	31
2.2	Створення кінематичної схеми машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру	32
2.3	Розробка пневматичної схеми машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру	33
2.4	Розробка конструкції машини для нанесення клею по краю деталей взуття	35
2.5	Опис машини для нанесення клею по краю деталей взуття	36

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Булавський			Розробка машини для контурного нанесення клею на взуттєві деталі	М		
Перевір.		Поліщук						4
Н.контр.					Пояснювальна записка	ХНУ гр.МБм-23-1		
Затв.		Неймак						

2.6	Опис принципу роботи машини для нанесення клею по краю деталей взуття	39
2.7	Пристрій для виявлення можливих ушкоджень деталей циліндричної форми машини для нанесення клею	41
2.8	Висновки до другого розділу	43
3	Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції машини для нанесення клею по контуру	44
3.1	Вихідні дані	44
3.2	Розрахунок механізму храпового зачеплення машини для нанесення клею	45
3.3	Розрахунок пружини для храпового зачеплення	50
3.4	Розрахунок відкритої зубчатої передачі	51
3.5	Розрахунок режимів електродугового зварювання	62
3.6	Висновки до третього розділу	66
	Висновки	67
	Перелік джерел посилання	68
	Додаток А	

## ВСТУП

У взуттєвому виробництві найбільш поширеним є хімічний метод кріплення матеріалів. Науково-технічний прогрес і швидкий розвиток хімічної галузі дозволили створити та вдосконалити методи кріплення, які суттєво підвищують продуктивність праці.

До фізико-хімічних методів кріплення належать [1]: литтєвий метод, клейовий метод, метод гарячої вулканізації, метод зварювання.

Розглянемо детальніше клейовий метод кріплення, який широко застосовується на різних етапах складання взуття. Він вважається одним із найперспективніших напрямків у технології виготовлення взуття. Серед переваг клейового кріплення варто відзначити високу продуктивність, простоту обладнання, герметичність клейового шва, гнучкість і еластичність готового взуття, а також зменшення його ваги завдяки відсутності металевих кріплень. До того ж, цей метод відкриває великі можливості для механізації та автоматизації процесів, оскільки тільки при клейових методах можливе одночасне кріплення кількох деталей на автоматичних лініях.

Подальше зростання обсягів виробництва взуття з клейовим методом кріплення досягається шляхом будівництва нових взуттєвих фабрик, модернізації та технологічного переоснащення вже діючих підприємств, а також за рахунок удосконалення технології, комплексної механізації й автоматизації процесів.

Згідно з планами збільшення виробництва взуття з використанням клейового методу кріплення, суттєво зростає попит на процеси приклеювання підошов та на машини, що наносять клей на різні елементи взуття. Клейовий метод кріплення є одним із найбільш ефективних і поширених способів з'єднання деталей взуття, який забезпечує високу міцність, гнучкість та довговічність готового виробу. Він дозволяє створювати взуття складної

					MPMA24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

конструкції з використанням різних матеріалів, що відповідає сучасним тенденціям моди та комфорту.

У зв'язку зі зростаючими вимогами до якості та швидкості виробництва, виникає необхідність у впровадженні нових технологій та обладнання, здатного автоматизувати та оптимізувати процес нанесення клею. Нове обладнання повинно забезпечувати такі операції, як нанесення клею на зтяжну кромку, рант устілки, контур верхньої устілки, підноси, задники та інші криволінійні поверхні. Це потребує високої точності та рівномірності нанесення, особливо на складних геометричних формах, щоб уникнути дефектів та забезпечити надійне з'єднання деталей.

Таким чином, розробка сучасних машин для нанесення клею є актуальним завданням, яке відповідає потребам взуттєвої промисловості та сприяє підвищенню ефективності та якості виробничих процесів [1].

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ТЕМАТИКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

## 1.1 Класифікація клеїв

Проведемо класифікацію клеїв.

За складом:

Органічні клеї – базовими компонентами є синтетичні полімери та олігомери [2]. Серед прикладів – епоксидні смоли, каучуки, поліуретани. У процесі затвердіння скріплюючі елементи можуть утворювати термореактивні композиції, при охолодженні – термопластичні клеї, а під час вулканізації – гумові композиції. Органічні клеї діляться на:

-штучні – виготовлені на основі природної сировини, наприклад, нітроцелюлози.

-синтетичні – створені на базі синтетичних смол і каучуку.

-природні – клеї рослинного походження, як-от крохмаль або каучук, а також тваринного походження, наприклад, альбумінові та колагенові клеї.

Неорганічні клеї – їх основою є метали або неметали [3]. До цієї категорії належать:

- керамічні клеї – виготовлені на основі кремнію, магнію.

- металеві клеї – створені на основі рідкого металу, наприклад, ртуті.

- силікатні клеї – виготовлені на основі рідкого скла.

За кількістю вологи:

Висихаючі клеї – основними компонентами є полімеризовані речовини. Процес з'єднання здійснюється завдяки випаровуванню вологи або розчинника, залежно від складу клею. До цієї категорії відносяться:

- силікатний клей,

- столярний клей,

- ПВА та інші [2].

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Класифікація клеїв за властивостями та призначенням.

Клеї, що не висихають, здатні склеювати деталі незалежно від умов навколишнього середовища, таких як температура чи вологість. Вони широко використовуються у вигляді самоклеючих стрічок. Наприклад, їх застосовують для ремонту меблів, приклеювання полицок або склеювання розбитих ваз. Основою таких клеїв слугують акрилові смоли або каніфоль.

За призначенням.

Існують різні види клеїв, залежно від їхнього використання:

- універсальний;
- побутовий;
- канцелярський;
- взуттєвий;
- столярний.

Назви цих типів клеїв свідчать про їхню спеціалізацію: одні розроблені для певних матеріалів, інші є універсальними й підходять для склеювання різних поверхонь, таких як пластик, шкіра, папір або кераміка.

За термічними характеристиками клеї розділяються.

Термореактивні клеї тверднуть під впливом високої температури або інших чинників, причому цей процес є незворотним. До цієї категорії належать епоксидні та фенолформальдегідні клеї.

Термопластичні клеї зберігають свою структуру під час склеювання. Однак, на відміну від термореактивних, їх можна розплавити повторно, зробивши знову клейкими при нагріванні.

За умовами склеювання клеї розділяються.

Контактні клеї дозволяють склеювати деталі без застосування фізичного тиску. Достатньо лише зачекати, поки клей схопиться.

Липкі клеї забезпечують майже миттєве з'єднання деталей, зазвичай за декілька секунд. Фізичний тиск також не потрібен.

За характером склеювання клеї розділяються.

Оборотні клеї можуть стати рідкими після застигання під впливом певних чинників, таких як занурення в розчинник.

Необоротні клеї тверднуть остаточно й не втрачають своїх властивостей навіть при впливі високої температури, ультрафіолетового випромінювання або води.

За вологостійкістю клеї розділяються.

Висоководостійкі клеї забезпечують міцність з'єднання навіть у киплячій воді.

Водостійкі клеї зберігають властивості при контакті з водою кімнатної температури (20–25 °С).

Неводостійкі клеї руйнуються при мінімальному контакті з вологою.

Ця класифікація дозволяє краще зрозуміти особливості клеїв, допомагаючи обрати оптимальний варіант для конкретного завдання. У зв'язку зі зростаючою складністю матеріалів і технологій, актуальність розробки нових видів клеїв і спеціалізованого обладнання для їхнього нанесення набуває дедалі більшого значення.

## 1.2 Види клеїв для виробництва та ремонту взуття. Їх особливості та застосування

Чудовий вибір для роботи – імпортований клей, зокрема виробництва Польщі або Італії. Для домашнього використання краще обирати упаковки невеликого об'єму, оскільки клей може засихати при тривалому невикористанні. У промисловому виробництві взуття застосовують великі ємності з клеєм.

Прозорий клей «Дісмакол» підходить для скріплення майже всіх деталей виробів [4]. Жовтуватий клей «Наїріт» більш ефективний для з'єднання шкіри [5]. Такі клеї широко застосовуються шевцями для проклеювання виробів. Під час склеювання важливо дотримуватися

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

інструкцій і враховувати особливості кожного матеріалу. Спочатку поверхні потрібно ретельно очистити, обробити наждачним папером, знежирити ацетоном, а потім рівномірно нанести шар клею. Через 15 хвилин слід нанести повторний шар і міцно притиснути склеювані деталі. Для надійного з'єднання важливо не торкатися склеєного взуття протягом доби.

Для менш відповідальних і допоміжних завдань, таких як приклеювання устілок, підходить клей на основі натурального каучуку. Він має невисоку здатність кріплення. Для забезпечення більшої міцності склеювання рекомендується використовувати поліуретановий клей, який часто застосовують для скріплення деталей взуття з поліуретановим покриттям.

Правильне застосування універсального клею для взуття може значно подовжити термін його використання.

З настанням весняної негоди наше взуття піддається підвищеному впливу вологи, що часто призводить до необхідності його ремонту. Спеціалізовані взуттєві клеї, які замінили нитки та цвяхи, дозволяють легко виконати ремонт вдома, без відвідування шевця.

Переваги спеціальних клеїв [6]:

- еластичність шва, яка запобігає тріщинам і переломам, дозволяючи поверхням вільно згинатися;

- висока міцність і довговічність швів;

- якісне з'єднання деталей незалежно від їхньої товщини;

- можливість роботи без пошкодження деталей.

За призначенням клеї поділяються для [6]:

- основного з'єднання – використовуються для приклеювання каблуків, підошви, забезпечуючи високу міцність;

- допоміжного з'єднання – спрощують роботу з використанням ниток, цвяхів, скоб;

- другорядного з'єднання – застосовуються для приклеювання підкладок, етикеток тощо, коли не потрібна особлива міцність.

За типом речовини, що клеїть [7]:

- поліхлоропреновий (наїритовий) – використовується для виготовлення і ремонту взуття, призначений для склеювання гумової підошви, повстяних устілок, шкіряних і текстильних верхів. Його перевага – відсутність необхідності тривалої фіксації з'єднаних поверхонь. Відрізняється морозо- та водостійкістю. Слід переконатися, що до складу входить каучукова хлоропренова смола.

- поліуретановий – характеризується високою міцністю і підходить для приклеювання гумових або поліуретанових підошов до верхів з будь-яких матеріалів. Ефективно скріплює пористі поверхні. Вважається найнадійнішим, але потребує обережності під час роботи, оскільки його складно видалити.

- каучукоперхлорвініловий (на основі штучного каучуку) – використовується для допоміжних операцій, таких як приклеювання тасьми або склеювання шарів устілок, а також для герметизації. Не стійкий до низьких температур і вологи, тому підходить для дрібного ремонту літнього взуття.

- поліхлорвініловий – завдяки поліхлорвініловій смолі в складі клею забезпечує еластичне з'єднання текстильних і шкіряних елементів, підходить для герметизації носка взуття.

- універсальний – випускається у невеликих упаковках, зручний для дрібного ремонту різних матеріалів, простий у застосуванні.

- комбінований (на основі смол, каучуку, наїриту) – підходить для з'єднання підошви з верхом зі шкіри або синтетичних матеріалів, а також для герметизації швів взуття.

Технологія використання взуттєвого клею [1].

Перший і важливий етап – підготовка поверхні. Її потрібно очистити від бруду та залишків старого клею, а також знежирити за допомогою ацетону, одеколону або спирту. Після цього поверхню слід витерти сухою ганчіркою та дати їй повністю висохнути.

Клей наноситься тонким шаром (2-3 мм) і залишають його на кілька хвилин для підсихання. Коли клей достатньо вбереться в матеріал і стане майже непомітним, поверхні з'єднуються, притискаються одна до одної і поміщаються під прес. Для фіксації можна використовувати лещата або прищіпки. Надлишки клею слід обережно видалити.

Час повного висихання залежить від типу клею і може становити від 3 годин до доби.

Якщо підошва має сотоподібну структуру, її приклеювання до верху ускладнюється через меншу площу зчеплення. У таких випадках площу склеювання можна збільшити, використовуючи наповнювачі, наприклад, обрізки мікропори. Після цього поверхня заливається прозорим герметиком. Після висихання герметика підошву знову знежирюють і приклеюють звичайним способом.

Роботи з клеєм слід виконувати в добре провітрюваному приміщенні. Важливо пам'ятати, що взуттєвий клей є легкозаймистим, тому під час роботи необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки.

Крім того, клеї можуть бути токсичними. У разі потрапляння клею на слизові оболонки необхідно негайно промити уражене місце під струменем води.

Вибір клею для взуття [1].

Основні критерії вибору.

В першу чергу необхідно визначити мету використання: чи потрібен клей для основного або невеликого ремонту взуття, а також які матеріали (шкіра, замша, текстиль, гума) будуть склеюватися. Якщо обсяг робіт великий і вимагає серйозного підходу для продовження терміну служби

взуття, варто обирати клеї від відомих виробників, які мають довіру споживачів. У випадках, коли потрібно лише зносити пару протягом сезону, можна зупинитися на простіших і дешевших варіантах.

Перед покупкою клею обов'язково необхідно ознайомитися з інструкцією і з'ясувати, для яких саме робіт і матеріалів він підходить. На упаковці має бути зазначено, що цей клей призначений для ремонту взуття. Будівельні клеї, ПВА (який розчиняється у воді) та універсальні засоби "для всього" не забезпечать достатньої гнучкості шва і можуть спричинити ще більше пошкодження або псування поверхні взуття.

Клей повинен мати стійкість до вологи та морозу. Для домашнього ремонту краще купувати невеликий тюбик, оскільки з часом клей може почати висихати при тривалому зберіганні.

Продукти на ринку відрізняються за ціною і якістю. Вартість клею залежить від бренду та об'єму упаковки. Про ефективність і функціональність обраного клею свідчать такі характеристики:

- еластичність утворених швів;
- міцність і довговічність, що дозволяє носити взуття ще кілька сезонів;
- склеєні деталі не повинні деформуватися і з'єднуватися незалежно від їхньої товщини.

Серед відомих виробників взуттєвих клеїв – Henkel Group (Німеччина), власник бренду «Момент», та Kenda Farben SPA (Італія), а також інші [7].

Види клеїв [7].

Клей для взуття «Супер момент» (рис.1.1) [8].

Цей клей призначений для швидкого ремонту взуття незалежно від матеріалу. Його склад прозорий і водостійкий, стійкий до впливу як високих, так і низьких температур. Після нанесення утворюється еластичний шов.

Крім ремонту взуття, клей можна використовувати для дерева, металу, пластику та інших поверхонь.



Рисунок 1.1 – Взуттєвий клей «Супер момент»

Переваги:

- висока міцність;
- зручна форма дозатора;
- швидке висихання.

Головним недоліком є різкий запах.

Взуттєвий клей UHU «SCHUH&LEDER» (рис. 1.2) [9].

Цей клей призначений для фіксації твердих і м'яких поверхонь взуття. Він забезпечує еластичність швів, яка зберігається тривалий час. Склад клею стійкий до впливу вологи, спирту та інших агресивних речовин і з часом не розсихається.



Рисунок 1.2 – Взуттєвий клей UHU «SCHUH&LEDER»

Переваги:

- ефективний для ремонту взуття;
- витримує мороз до  $-20^{\circ}\text{C}$  і температуру до  $+125^{\circ}\text{C}$ ;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

MPMA24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
15

- залишки клею легко видаляються.

Взуттєвий клей «Момент «Марафон»» (рис. 1.3) [10].

Цей універсальний клей дуже популярний і часто використовується для домашнього ремонту взуття. Виробник рекомендує його для різних матеріалів, включаючи підшви з пробки. Клей забезпечує збереження еластичності навіть після повного висихання, що є ідеальним для м'якого і гнучкого взуття.



Рисунок 1.3 - Взуттєвий клей «Момент «Марафон»»

Переваги:

- стійкість до впливу води;
- зберігає свої властивості при температурах від +110°C до -40°C;
- основні характеристики зберігаються навіть після сильного заморожування під час зберігання;
- легко видаляється з поверхні, якщо випадково потрапить;
- термін придатності – до 2 років.

Недоліки.

Користувачі зазначають, що роботу з клеєм необхідно виконувати згідно з повною інструкцією. Перед склеюванням потрібно обов'язково очистити і знежирити поверхні, інакше шви можуть швидко розійтись.

Взуттєвий клей «Професіонал» (рис. 1.4) [11].

Цей клей є аналогом відомого професійного клею Десмокола. Завдяки поліуретановій основі потребує термоактивації, інакше склеювання може бути недостатньо міцним. Однак, навіть при звичайному холодному

нанесенні забезпечує високу результативність. Підходить для підшов з поліуретану.



Рисунок 1.4 - Взуттєвий клей «Професіонал»

Переваги:

- рекомендується для ремонту демісезонного взуття, оскільки активні речовини добре протистоять воді та не розмокають під її впливом;
- забезпечує відмінну еластичність, яка дозволяє зберігати форму взуття;
- споживачі можуть застосовувати як класичний холодний метод склеювання, так і гарячий.
- має тривалий термін зберігання, до 2 років.

Недоліки.

Основними недоліками є висока токсичність і пожежонебезпечність.

Взуттєвий клей Vochem Bonikol MG (рис. 1.5) [12].

Цей клей не призначений для фіксації підшов або інших частин взуття, що піддаються значним навантаженням. Рекомендується для реставраційних робіт. Продукт має гумову основу, що робить його ідеальним для роботи зі шкірою, текстилем та декором. Також добре підходить для чобіт та іншого взуття з гуми.

Переваги:

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- клей не містить токсичних речовин, тому під час роботи відсутній неприємний і різкий запах;
- після повного висихання утворюється еластичний шар, який залишається міцним і не руйнується під час носіння взуття;
- стійкий до впливу розчинників, однак після ремонту не рекомендується піддавати взуття тривалому контакту з водою;
- ідеально підходить для герметизації.



Рисунок 1.5 - Взуттєвий клей Vochem Bonikol MG

Взуттєвий клей «Десмокол» (рис. 1.6) [13].

Цей склад на основі синтетичного поліуретану вважається одним із найкращих варіантів для ремонту шкіряних виробів. Він також підходить для відновлення гумових і пластикових виробів. Перед використанням необхідно враховувати кілька важливих моментів: після нанесення суміші потрібно дати їй повністю висохнути, а потім прогріти до 80°C. Це активує діючі речовини і забезпечує надійне скріплення всіх елементів.



Рисунок 1.6 - Взуттєвий клей «Десмокол»

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
18

Переваги:

- швидке висихання шару: для повного затвердіння потрібно лише 15 хвилин;
- після висихання зберігає еластичність;
- добре працює з пористими підошвами завдяки здатності проникати в найдрібніші частинки структури матеріалу;
- підходить для роботи з текстилем;
- доступна вартість.

Недоліки:

- легкозаймистий;
- потрібна особлива акуратність у роботі, оскільки при попаданні на верхню частину взуття видалити суміш буде неможливо.

Взуттєвий клей KENDA FARBEN SAR 30E (рис. 1.7) [14].

Наїритовий клей від італійського виробника, який дозволяє склеювати гумову підошву з будь-яким покриттям. Найкраще підходить для невеликих ремонтних робіт. Також широко використовується у взуттєвому виробництві для обтягування каблуків і фіксації устілок.



Рисунок 1.7 - Взуттєвий клей KENDA FARBEN SAR 30E

Переваги:

- забезпечує повну водонепроникність;
- зберігає еластичність, шар не стає твердим навіть при морозах, що запобігає утворенню тріщин;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
19

- може наноситися холодним методом, але для максимальної міцності рекомендується прогрівання для активації шару;
- повільне випаровування в порівнянні з іншими продуктами дає майстру час на коригування помилок;
- у разі помилок або забруднення верхньої частини клейовий шар легко видаляється. Можна також прогріти шар і склеїти частини знову.

Недоліки:

- не підходить для використання з поліуретановими підошвами;
- вимагає тривалого часу на висихання.

Взуттєвий клей ЕВА (рис. 1.8) [15].

Цей клей тайванського виробництва є доступним за ціною, але водночас характеризується хорошими властивостями. Багато користувачів відзначають його надійну фіксацію будь-яких розривів, проколів і порізів. Після ремонту на взутті практично не залишається слідів клею, і він майже непомітний.



Рисунок 1.8 - Взуттєвий клей ЕВА

Переваги:

- можливість усунення будь-яких пошкоджень;
- зберігає структуру при нагріванні і не розтікається;
- водостійкий;
- не викликає алергічних реакцій;
- економний у використанні;

- забезпечує тривалий ефект.

Недоліки:

- не підходить для полівінілхлоридних поверхонь.

Взуттєвий клей Наїріт 88-П1 (рис. 1.9) [16].

Цей клей підходить для роботи зі шкірою, гумою, деревом і тканиною. Після нанесення і повного висихання утворюється еластичний шар з підвищеною міцністю. Можна застосовувати як гарячий метод, при якому взуття буде готове до носіння через 4 години, так і холодний, де повне використання можливе через 24 години. У разі надмірної в'язкості складу рекомендується додавання ацетону.



Рисунок 1.9 - Взуттєвий клей Наїріт 88-П1

Переваги:

- висока ефективність;
- надійна фіксація;
- можливість використання на різних матеріалах;
- не містить токсичних речовин і шкідливих розчинників.

Взуттєвий клей KENDA FARBEN SAR 306 (рис. 1.10) [16].

Цей клей підходить для виконання різних робіт зі склеювання незалежно від матеріалу. Його можна наносити на шкіру будь-якого типу, гуму або тканину. Фіксація відбувається швидко, що значно економить час на виконанні процесу. Отримані шви відрізняються міцністю та водостійкістю. Максимальне з'єднання досягається через 48 годин після нанесення.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.

21



Рисунок 1.10 - Взуттєвий клей KENDA FARBEN SAR 306

Переваги:

- ідеально підходить як для побутового використання, так і для професійних майстрів взуттєвої справи;
- висока стійкість до температурних впливів;
- практично відсутній різкий запах;
- забезпечує високу якість і ефективність роботи.

### 1.3 Машина для клейового з'єднання компонентів взуття

Описувана машина для нанесення клею на деталі взуття містить головку з пристроєм для подачі і нанесення клею на оброблювану деталь. Головка включає однобічний пневматичний циліндр 1, на шпонці якого закріплена щітка 2, розташована за соплами 3, і генератор 4 пневматичних пульсацій. Ліва частина циліндра з'єднана через повітряний привід 5 з генератором, а в правій частині встановлена поворотна пружина 6 (рис. 1.11).

Генератор 4 пневматичних пульсацій забезпечує періодичне живлення циліндра пневматичними імпульсами певної тривалості з паузами для відведення відпрацьованого стисненого повітря. Генератор складається з корпусу, в камері якого розташований двосторонній клапан 7, який поперемінно перекриває вхідний і вихідний отвори камери. Клапан з'єднаний з якорем 8 котушки електромагніту 9, яка, в свою чергу, з'єднана зі

					MPMA24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



пружини 6 повернутися вліво. Таким чином, завершується один період коливального руху щітки. Одночасно з цим штовхач звільняє кінцевий вимикач КВ, замикаючи коло, і процес пневматичних пульсацій повторюється.

Генерація пневматичних імпульсів триває доти, доки контакт К не роз'єднає котушку електромагніту від електромережі. Частота пульсацій може бути налаштована за допомогою змінних опорів R1 і R2. Амплітуда коливань щітки регулюється дроселями I1 і I2.

Переваги пристрою:

- коливання щітки забезпечує рівномірніше нанесення клейової плівки;
- втирання клею в оброблювану поверхню зменшує витрати клею і підвищує міцність з'єднання деталей.

Недоліки пристрою:

- можливість нанесення клею тільки на всю поверхню, а не по контуру деталі.

#### 1.4 Пристрій для нанесення клею на ділянки деталей низу взуття

Установка для нанесення клею на ділянки деталей низу взуття оснащена столом 7 з поперечним вікном і транспортуючим механізмом, виконаним у вигляді транспортуючого барабана 6 і валика 1, який може переміщуватися у вертикальній площині. Валик 1 має профільоване вікно, а транспортуючий вал оснащений барабаном для нанесення клею. Профільоване вікно на валику відповідає формі шаблону (рис. 1.12) (креслення [МРМА24.00.00.000ДО]).

Всередині валика розташований клеєнамазувальний валик 3 з ребристою поверхнею, який також може переміщуватися у вертикальній площині, а також клейова ємність 2, в якій знаходиться валик з ребристою

поверхнею. Клейова ємність 2 обладнана рухомою стінкою 4, що зв'язана з гвинтами для регулювання зазору між валиком з ребристою поверхнею і дном ємності для контролю виходу клею.

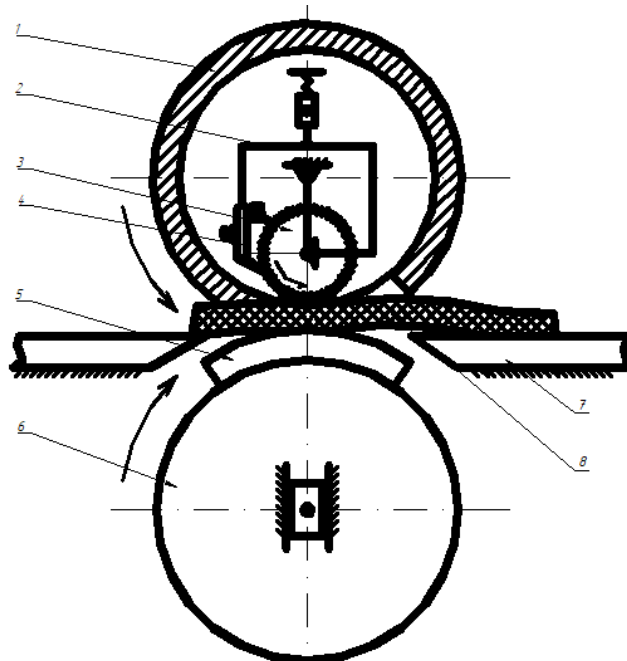


Рисунок 1.12 - Пристрій для нанесення клею на ділянки деталей  
низу взуття

Принцип роботи пристрою.

При вмиканні приводу в дію приводяться транспортуєчий барабан 6, валик 1 і валик 3 з ребристою поверхнею. Після цього подаються деталі, що оброблюються, наприклад, підошви взуття, які разом із транспортуєчим барабаном 6 переміщуються по столу. У момент збігу ділянки для нанесення клею з профільованим вікном і шаблоном 5, підошва під дією пружин вдавлюється через профільоване вікно і притискається до обертового валика 3 з ребристою поверхнею. Це забезпечує нанесення клейового шару на потрібну ділянку заданої конфігурації.

Переваги пристрою:

- можливість нанесення клейової плівки на деталі зі складною конфігурацією.

Недоліки пристрою:

- відсутність герметичності конструкції, що може призвести до потрапляння клею на деталі.
- нанесення клею можливе тільки на тверді поверхні.

### 1.5 Установка для нанесення клею по контуру взуттєвої деталі

Пристрій оснащений притискним валиком 14 (рис.1.13) (креслення [МРМА24.00.00.000 ДО]), клеєнамазним валиком 12, який розташований у резервуарі для клею 11, і бічними кришками, виконаними відповідно до форми торцевих поверхонь клеєнамазного валика. Пристрій також містить засіб для регулювання товщини наносного шару клею та механізм, що дозволяє регулювати відстань між клеєнамазним і притискним валиками.

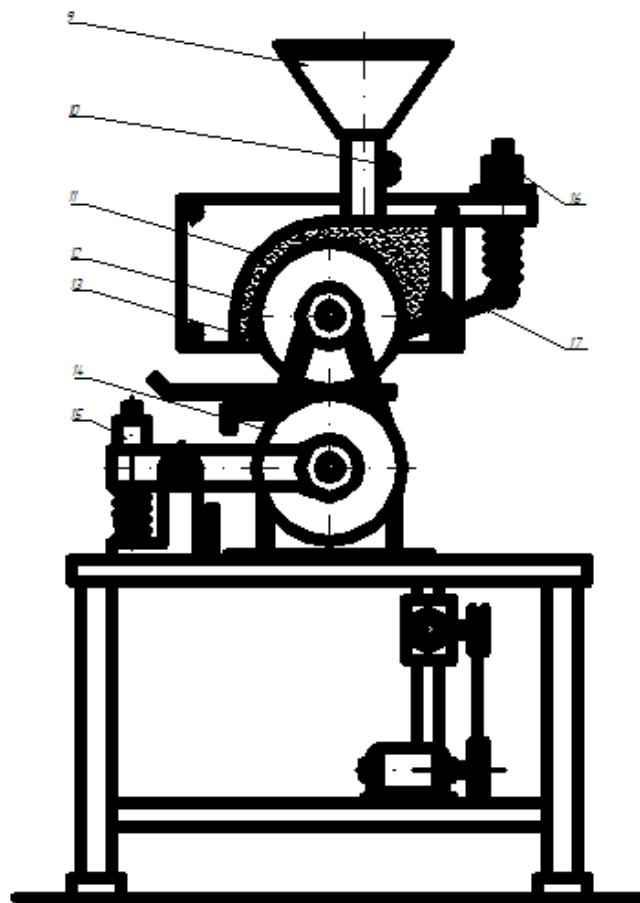


Рисунок 1.12 - Пристрій для нанесення клею по контуру взуттєвої деталі

Принцип роботи пристрою.

Ємність 9 заповнюється клеєм, а подача клею на клеєнамазний валик 12 регулюється за допомогою крана 10. Відстань між клеєнамазним валиком 12 і притискним валиком 14 налаштовується за допомогою гайки 15, враховуючи товщину деталей, що обробляються. Гайка 16 з лімбом, на якому нанесені поділки, дозволяє встановлювати положення скребка 17 залежно від необхідної товщини клейового шару. Після налаштування пристрій запускається, і деталі вводяться вручну по черзі між валиками 12 і 14. Упор, розташований поруч із притискним і клеєнамазним валиками, забезпечує правильне переміщення оброблюваних деталей по всьому периметру.

В процесі роботи клей наноситься по контуру взуттєвих деталей. При цьому утворюються клейові точки на вході до клейової ємності, які захоплюються рифленим обертовим клеєнамазним валиком 12 і спрямовуються до канавки 13. Піднімаючись, клейові точки руйнуються звужуючою канавкою і повертаються до резервуара 11, запобігаючи скупченню клею.

Переваги пристрою:

- підвищення продуктивності завдяки усуненню скупчення клею на виході з клейової ємності.
- покращення якості нанесення клею на крайки взуттєвих деталей.
- зменшення кількості випарів.

Недоліки пристрою:

- пристрій може використовуватися лише для нанесення клею на жорсткі взуттєві деталі, такі як підошва. Це пояснюється тим, що під час переміщення м'яких деталей вздовж бокового упору вони можуть гофруватися, утворюючи складки.

## 1.6 Пристрій для нанесення клею на деталі взуття

Пристрій для нанесення клею на деталі взуття наведено на рис.1.13.

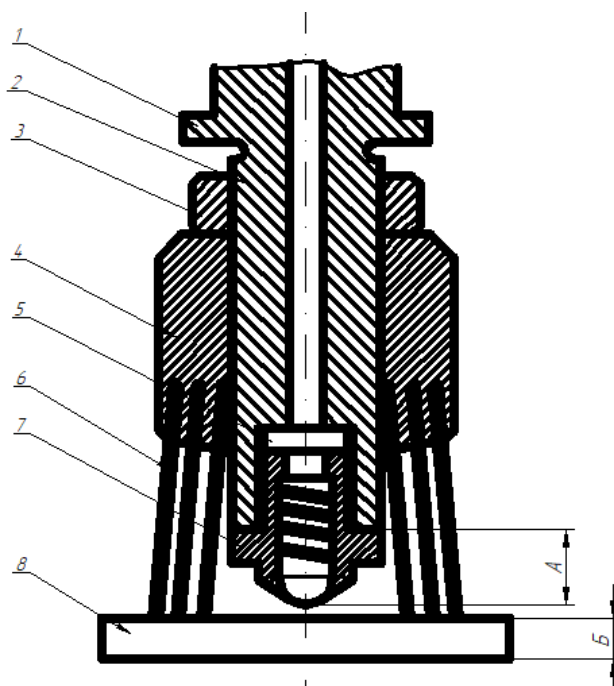


Рисунок 1.13 - Пристрій для нанесення клею на деталі взуття

У пристрої використовується дрід діаметром 0,2...0,8 мм, що забезпечує достатню гнучкість для вирівнювання нерівностей і пружність, яка дозволяє відновлювати її прямолінійність. Засіб для зворушення поверхні та розподілення клейової плівки містить від 30 до 90% пучків гнучко-пружного металевого дроту від загальної кількості пучків. Пристрій може бути встановлений на машинах із торцевою щіткою, що працюють як в автоматичному, так і ручному режимах подачі деталей, зокрема на машинах для обробки поверхонь складної форми (ПМКП-0).

Принцип роботи пристрою для нанесення клею на деталі взуття:

Корпус 19 кріпиться хвостовиком 18 в шпинделі клеєнамазної машини і обертається разом із нею з певною швидкістю. Клей з механізму нанесення подається через канал 22 до дозуючого клапана-упору 24. Деталь взуття 25, що обробляється, подається до упору, внаслідок чого дозуючий клапан-упор

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
28

24 відкривається і клей наноситься на поверхню деталі. Механізм намащування рівномірно розподіляє клей по оброблюваній поверхні.

Переваги пристрою:

- підвищення адгезійної міцності склеювання взуття, що сприяє покращенню його якості.
- простота конструкції.
- зниження витрат на попередню шорсткість.
- економія матеріалів завдяки зменшенню площі склеювання та можливості застосування дешевших клеїв.

Недоліки пристрою:

- схильність до висихання клею на щетині.
- триваліший процес нанесення клею порівняно з методом обкатування.

#### 1.7 Установка для нанесення клею на рант устілки

Пристрій для нанесення клею на рант устілки містить патрубок 26, п'ятковий упор 27 і корпус 30 з системою отворів для шприцювання 29, які з'єднані розподільним каналом 28. Усередині цього каналу розташовані регульовальні кулачки, що можуть обертатися. Кулачки оснащені поперечними пазами, стінки яких можна налаштувати так, щоб вони знаходилися у площині, яка збігається з площиною бічних стінок розподільного каналу (рис. 1.14) (креслення [МРМА24.00.00.000ДО2]).

При нанесенні клею на рант устілки для з'єднання з прокладкою, клей подається лише до тих регульованих отворів для шприцювання, які відповідають розміру виготовлюваного взуття.

Переваги пристрою:

- можливість нанесення клею по контуру взуттєвих деталей різних розмірів;

- здатність нанесення клею як на м'які, так і на жорсткі взуттєві деталі.

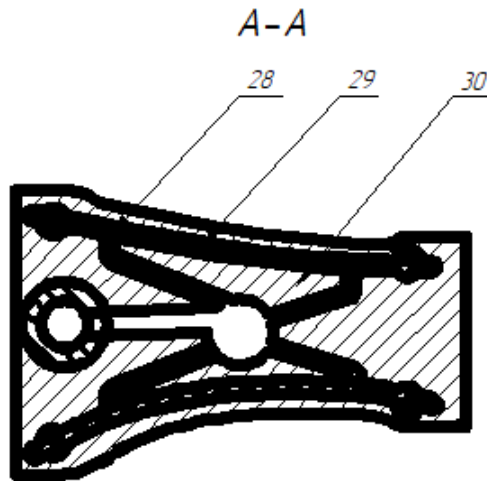


Рисунок 13 – Пристрій для нанесення клею на рант устілки

Недоліки пристрою:

- складність механізму нанесення клею на рант устілки;
- недовговічність поворотних нерегульованих кулачків.

### 1.8 Висновки до першого розділу

Проведено огляд і аналіз наявних технологічних і технічних рішень, що стосуються тематики магістерської роботи. Здійснено класифікацію клеїв та розглянуто їх асортимент. Описано конструкції машин, які використовуються для нанесення клею на деталі взуття.

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ КЛЕЮ НА ДЕТАЛІ ВЗУТТЯ ПО КОНТУРУ

### 2.1 Обґрунтування потреби проектування машини для нанесення клею на складні контури

Подальший розвиток виробництва взуття значною мірою залежить від автоматизації та механізації технологічних процесів, особливо під час виконання трудомістких операцій. Клейовий метод скріплення деталей відкриває широкі можливості для автоматизації та механізації в різних процесах взуттєвої промисловості, оскільки лише цей метод дозволяє одночасне скріплення кількох деталей на автоматичних лініях. У зв'язку з цим виникла потреба в створенні машин, пресів, автоматів і напівавтоматів для взуттєвого виробництва з використанням клейового скріплення.

Одним із найтрудомісткіших процесів є нанесення клейової плівки, що здебільшого виконується вручну, особливо при нанесенні клею на криволінійний контур деталей взуття, таких як рант устілки, затяжна крайка, контур верхньої устілки, підноси, задники та інші деталі. Відтак, розробка машини для нанесення клею на крайки взуттєвих деталей є нагальною потребою у взуттєвій промисловості.

Результати патентного пошуку свідчать про наявність низки розробок у цій галузі. В основному, це машини та обладнання, призначені для нанесення клею по всій поверхні деталі, а також різні щітки та пристосування, які можна встановлювати на існуючих, іноді застарілих машинах.

У першому розділі магістерської роботи розглянуто пристрій для нанесення клею по контуру взуттєвої деталі. Цей пристрій не є універсальним, оскільки його можна використовувати лише для нанесення клею на деталі, необхідні для виготовлення жіночого взуття.

Запропонована машина для нанесення клею на крайки деталей взуття усуває зазначений недолік, оскільки забезпечує можливість нанесення клею як на м'які, так і на жорсткі взуттєві деталі різного контуру. У конструкції машини передбачено валик у формі циліндра, на поверхні якого закріплено шаблон для нанесення клею по контуру деталі. Валик з шаблоном закріплений на станині та може переміщуватися вертикально, взаємодіючи з клеєнамазним валиком. Касета для укладання деталей розміщена на рухомій плиті, яка взаємодіє з корпусом силового циліндра. Двосторонній шток циліндра нерухомо закріплений на станині під валиком з шаблоном.

На осі валика з шаблоном закріплені дві рейки із зубчастими та храповими колесами. На касеті розміщений притиск для фіксації деталей взуття. Заготовка вкладається в касету та фіксується притискачем. Після ввімкнення силового циліндра плита з касетою починає синхронний рух із валиком і шаблоном завдяки взаємодії рейок із зубчастими та храповими колесами. Нанесення клею здійснюється лише під час руху в одному напрямку.

Машина проста в конструкції, зручна й надійна в експлуатації та забезпечує якісне нанесення клею по контуру різних взуттєвих деталей, виготовлених з різних матеріалів.

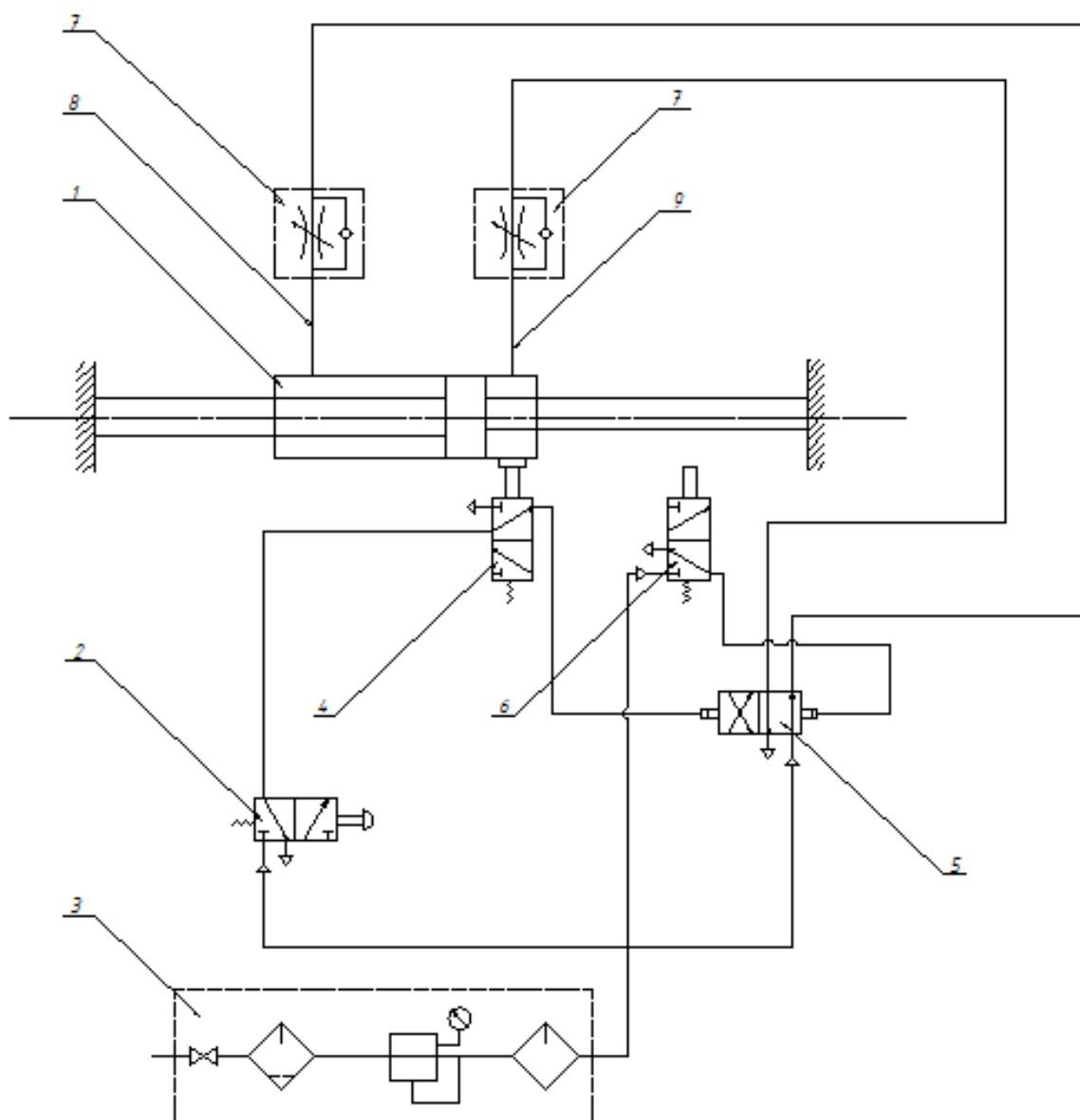
## 2.2 Створення кінематичної схеми машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру

Розроблена кінематична схема машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру представлена на рис. 2.1 (креслення [МРМА24.00.00.000К2]).

Основні вузли та деталі машини включають: валик для передачі клею 1; барабан 2; живильний валик 3; вал 4, зубчасте колесо 5; зубчасте колесо 6;



кінцевий повітророзподільник 6; дросель зі зворотним клапаном 7; штуцер 8; штуцер 9.



1 - пневмоциліндр; 2 - повітророзподільник з ручним керуванням; 3 - панель підготовки зжатого повітря; 4 - кінцевий розподільник; 5 - чотирьохлінійний повітророзподільник; 6 - кінцевий повітророзподільник; 7 - дросель зі зворотнім клапаном; 8 - штуцер; 9 - штуцер

Рисунок 2.2 - Пневматична схема устаткування для нанесення клею на деталі взуття по контуру:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

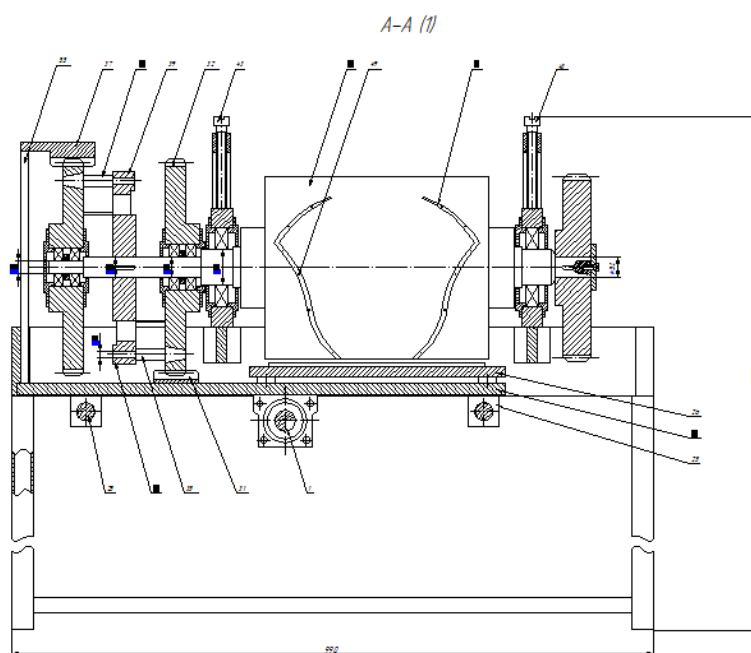
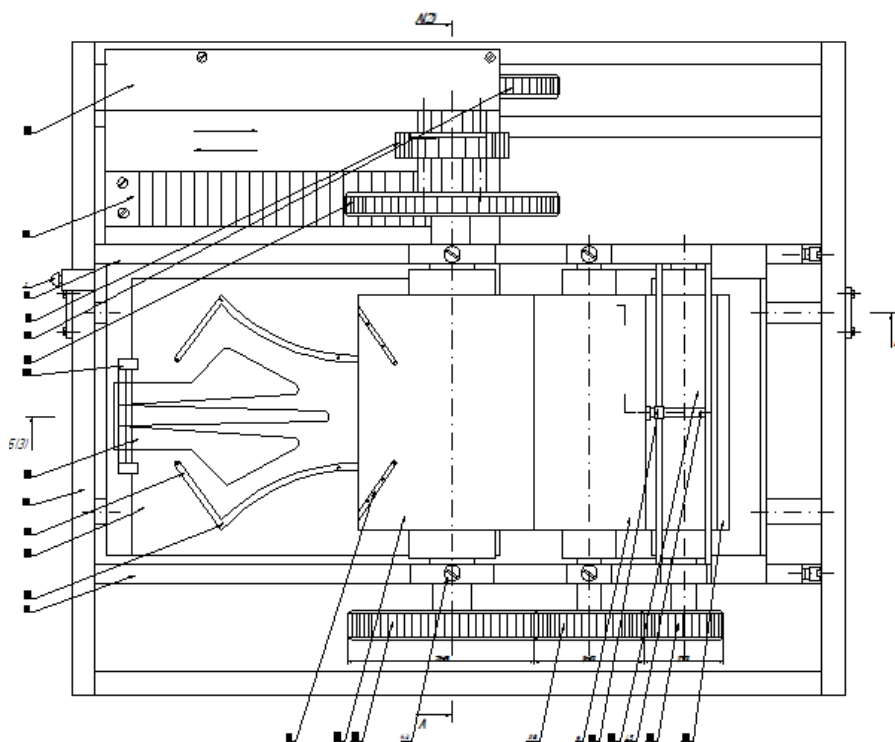
МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
34

## 2.4 Розробка конструкції машини для нанесення клею по краю деталей

взуття

Розроблена конструкція машини для нанесення клею на деталі взуття по контуру зображена на рис. 2.3 (креслення [МРМА24.00.00.000СК]).



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
35

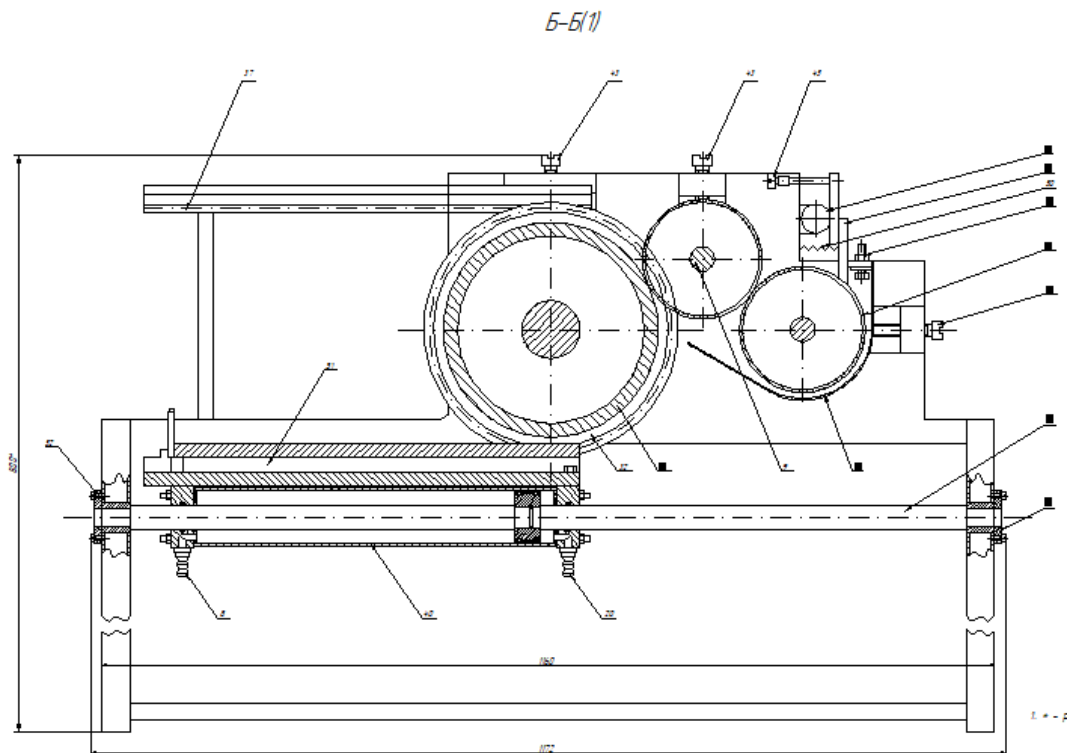


Рисунок 2.3 – Складальне креслення машини для нанесення клею по контуру на деталі взуття

Основні вузли машини це: пневмоциліндр 1; повітророзподільник з ручним керуванням 2; панель підготовки стиснутого повітря 3; розподільник 4; чотирьох-позиційний повітророзподільник 5; кінцевий повітророзподільник 6; дросель із зворотним клапаном 7.

### 2.5 Опис машини для нанесення клею по краю деталей взуття

Машини для нанесення клею на край взуттєвих деталей має барабан 10, на поверхні якого гвинтами 49 закріплений знімний шаблон 11, що виступає над поверхнею барабана (рис. 2.3, креслення [МРМА24.00.00.000СК]). Розгортка шаблону 10 відповідає контуру взуттєвої деталі, а ширина його гребеня відповідає необхідній ширині кромки для нанесення клею. Барабан 10 кріпиться на валу 13, що розташований у рухомих підшипниках 42. Підшипники можуть переміщатися завдяки

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
36

гвинтам 43 у парі щік 14, встановлених на станині 19. Шаблон 11 контактує з клеєпередаючим валиком 9, який обертається в рухомих підшипниках 44 і регулюється гвинтами 43 у пазах щік 14. Клей на валик 9 подається з допомогою живлячого валика 12, що також обертається в рухомих підшипниках 44 і переміщується гвинтами 43 у пазах щік 14. Валик 12 занурений у резервуар для клею 15. Для регулювання товщини шару клею на живлячому валику 12 використовується скребок 16, закріплений на осі 17, що встановлений на щоках 14 і притискається до валика пружиною 50.

Товщина шару клею на валику 12 регулюється за допомогою гвинта 45 і гайки 46, встановлених на стяжці 21, яка в свою чергу кріпиться на щоках 14.

Пристрій оснащений пневматичним приводом, який приводиться в дію стисненим повітрям, що подається з мережі через систему управління в робочий циліндр 40. Циліндр здатний переміщуватися вздовж нерухомого штока 41, закріпленого на станині 19. Корпус робочого циліндра 40 кріпиться до плити 24, яка може рухатися вздовж циліндричних напрямних 25, що встановлені на станині 19. На плиті 24 закріплена касета 26 для розміщення оброблюваних деталей, положення яких фіксується обмежувачами 27, закріпленими гвинтами 49. Нерухомість деталей під час нанесення клею забезпечується фіксатором 29, що повертається на 90 градусів за допомогою рукоятки 30.

Під дією стисненого повітря робочий циліндр 40 здійснює зворотно-поступальний рух уздовж штока 41, що приводить до синхронного обертання барабана 10 за допомогою рейки 31, закріпленої на плиті 24. Рейка зачіплюється з зубчатим колесом 32, яке обертається на підшипнику 47 та вільно розташоване на валу 13. На валу 13 також закріплене храпове колесо 34. На торці зубчатого колеса 32 встановлений палець 35, на якому розташована храпова собачка 36, що знаходиться у зачепленні з зубом храпового колеса 34 під дією натягу плоскої пружини 51.

З іншого боку храпового колеса 34 на валу 13 також вільно розташоване на підшипниках 48 зубчате колесо 38, на торці якого є храпова собачка 39, прикріплена до пальця 35 і притиснута пружиною 51 до зубів храпового колеса 34. У зачепленні із зубчатим колесом 38 знаходиться рейка 37, яка встановлена на стійках 33, закріплених на плиті 24. Храпові собачки 36 і 39 розміщені під кутом 180 градусів щодо осі храпового колеса 34. Собачка 36 виконує тягнучу функцію, а собачка 39 – штовхачеву по відношенню до зубців храпового колеса 34. Завдяки такій конфігурації собачок 36 і 39 зворотно-поступальний рух плити 24 перетворюється в обертальний рух барабана 10, що забезпечує повний цикл нанесення клею по контуру деталі за подвійний хід пневматичного циліндра.

Обертний рух клеєпередавального валика відбувається за рахунок зубчатого колеса 23, яке знаходиться на валу 13. Зубчате колесо 28 передає обертання зубчатому колесу 22, що розташоване на осі живлячого валика 12.

Стиснене повітря, що приводить в дію пневматичний механізм машини, подається в робочий циліндр 40 через штуцери 8 і 20. Система керування пневматичним циліндром 1 включає повітророзподільник 2 з ручним управлінням, закріплений на станині 19 у положенні завантаження, панель 3 для підготовки стисненого повітря, кінцевий двохходовий і чотирьохлінійний повітророзподільник 5 з двостороннім пневматичним управлінням, а також кінцевий повітророзподільник 6, який подає імпульс для початку зворотного ходу робочого циліндра 40. Дроселі із зворотними клапанами 7 використовуються для регулювання швидкості поступального руху робочого циліндра 40. Пневматична система керування машиною була обрана через необхідність забезпечення безпеки під час роботи з вибухонебезпечними засобами керування.

## 2.6 Опис принципу роботи машини для нанесення клею по краю деталей взуття

Машина функціонує наступним чином: ємність 15 наповнюється клеєм. Гвинт 45 використовується для регулювання товщини клейового шару на живлячому валику 12 (рис.2.3, креслення [МРМА24.00.00.000СК]). Відстань між живлячим і клеєпередавальним валиками 9 регулюється гвинтом 43. Той же гвинт 43 налаштовує відстань між шаблоном 11 барабана 10 і деталлю, розміщеною в касеті 26, яка фіксується фіксатором 29. У цьому положенні робочий циліндр 40 і касета 26 перебувають у крайньому лівому положенні (на передній частині станини 19). У такому стані стиснене повітря подається у ліву порожнину робочого циліндра 40 через штуцер 8, тоді як права порожнина з'єднується з атмосферою. Робітник активує систему керування приводом натисканням на рукоятку повітророзподільника 2. Стиснене повітря надходить через повітророзподільник 4 до повітророзподільника 5, який перемикається, забезпечуючи подачу стисненого повітря через штуцер 20 в праву порожнину робочого циліндра 40, у той час як ліва порожнина з'єднується з атмосферою. Циліндр 36 рухається вправо уздовж штока 41.

У цьому процесі рухома плита 24, разом із рейкою 31, взаємодіє із зубчастим колесом 32, обертаючи його навколо валу 13 за годинниковою стрілкою. Завдяки цьому зуб храпової собачки 36 захоплює і переміщує зуб храпового колеса 34, також обертаючи його за годинниковою стрілкою. Це обертання передається на вал 13, до якого храпове колесо 34 жорстко закріплене, що викликає обертання барабана 10. Обертання барабана 10 передається через шестерні 23, 28, 22 клеєпередавальному валику 9 і живлячому валику 12, що забезпечує перенесення клею з резервуара 15 на шаблон 11 барабана 10. Шаблон обкатує деталь, яка розташована в касеті 26, з лінійною швидкістю, що відповідає швидкості руху касети, і послідовно

наносить клей на всі ділянки кромки контуру деталі, що вступають із ним у контакт.

Коли робочий циліндр 40 досягає свого крайнього положення, він діє на кінцевий повітророзподільник 6, що призводить до перемикання повітророзподільника 5 та подачі стисненого повітря до робочого циліндра 40 через штуцер 8, що спричиняє його зворотний хід. У цей момент плита 24 разом із касетою 26, в якій розташована деталь, переміщуються в напрямку до позиції завантаження. Рейка 37, закріплена на стійках 33, обертає зубчасте колесо 38 за годинниковою стрілкою, захоплюючи храпову собачку 39, яка, в свою чергу, штовхає зуб храпового колеса 34, змушуючи обертатися вал 13 і барабан 10 в тому ж напрямку (за годинниковою стрілкою).

Таким чином, навіть при зворотному ході робочого циліндра 40 барабан 10 продовжує обертатися за годинниковою стрілкою, при цьому шаблон 11 змазується клеєм. Коли касета 26 повертається у вихідне положення, кінцевий повітророзподільник 4 перемикає повітророзподільник 5, припиняючи подачу стисненого повітря до робочого циліндра 40, і машина зупиняється. Робітник, натиснувши на рукоятку 30, звільняє деталь від фіксатора 29, виймає її з касети 26, вкладає нову деталь, і починається новий цикл.

Завдяки цій конструкції можливе нанесення клею на взуттєві деталі різних розмірів із використанням відповідних шаблонів. Конструкція також усуває можливість прослизання шаблону відносно деталі на початку зворотного ходу касети. Це досягається тим, що довжина шаблону менша за половину довжини кола зовнішнього діаметру барабана, що забезпечує вільний хід пневматичного циліндра.

Якщо довжина розгортки зовнішнього діаметру барабана позначена як  $L$ , а довжина шаблону, що відповідає промазуючій частині деталі, позначена як  $L_1$ , то можна виразити співвідношення:

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$L = 2L_1 + 4S = 2(L_1 + 2S). \quad (2.1)$$

Оскільки за один подвійний хід пневматичного циліндра барабан обертається двічі на 180 градусів в одному напрямку, довжина ходу пневматичного циліндра  $A$  визначається виразом:

$$. A = L / 2 = L_1 + 2S .$$

Завдяки наявності вільного ходу  $S$ , точка  $C$ ,  $C'$  ніколи не збігається з точкою  $D$ ,  $D'$ , що повністю усуває можливість проковзування шаблону відносно взуттєвої деталі, навіть до початку зворотного ходу касети.

Застосування запропонованої машини забезпечує підвищення якості нанесення клею на контур взуттєвих деталей. При цьому досягається точне дотримання необхідної ширини нанесеного шару клею, що дозволяє зменшити кількість браку та уникнути перевитрат клею.

## 2.7 Пристрій для виявлення можливих ушкоджень деталей циліндричної форми машини для нанесення клею

Поломки деталей технологічного устаткування можна класифікувати на три основні групи:

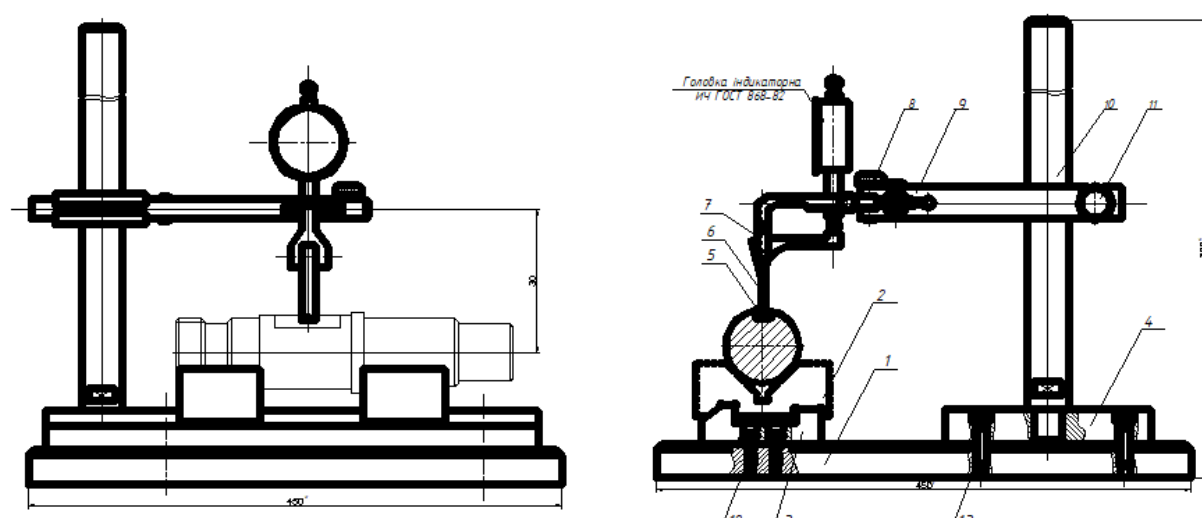
- зношення;
- хімічні пошкодження;
- механічні пошкодження.

Зношення деталей машин обумовлене циклічними навантаженнями, тиском, режимами змащування та їх стабільністю, швидкістю взаємного переміщення поверхонь тертя, агресивністю навколишнього середовища, температурними режимами роботи тощо.

Деталі машини для нанесення клею зазнають динамічних знакозмінних навантажень. Найбільшого зношення при таких навантаженнях зазнають пари тертя ковзання. Особливо навантаженим є консольний виліт вала, на якому кріпиться зубчате колесо за допомогою шпонкового паза. Шпонковий паз є концентратором напружень, що підвищує ризик руйнування.

Також вал зазнає зношення у зоні контакту зі ступицею зубчатого колеса.

На рис. 2.4 (креслення [МРМА24.50.00.00.000В3]) наведено загальний вигляд пристрою для контролю зношення деталей циліндричної форми машини для нанесення клею.



1 - станина; 2 - призма; 3 - тримач; 4 - плита; 5 - голка; 6 - вісь; 7 - тримач; 8 - гвинт; 9 - кріпильна пластина; 10 - вісь; 11 - гвинт; 12 - гвинт; 13 - гвинт

Рисунок 2.4 - Загальний вигляд пристрою для контролю зношення деталей циліндричної форми машини для нанесення клею:

Цей пристрій може бути використаний під час ремонту обладнання, розробленого в даній роботі.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА24.00.00.000 ПЗ

Арк.  
42

## 2.8 Висновки до другого розділу

У цьому розділі була здійснена розробка конструкції машини для нанесення клею на контур деталей взуття. Обґрунтовано необхідність проектування такої машини. Було виконано розробку кінематичної та пневматичної схем машини. На основі цих схем була створена конструкція пристрою для нанесення клею. Також було описано конструкцію пристрою та принцип його роботи.

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



$$T = 250 \cdot \frac{280}{2} = 3500H \cdot мм = 35H \cdot м.$$

Було обрано частоту обертання барабана  $n = 30 \text{ об / хв}$ , яка забезпечує виконання технологічного процесу з необхідною якістю. Це рішення сприяє точному та рівномірному нанесенню клею на деталі, що відповідає встановленим вимогам технологічного процесу.

### 3.2 Розрахунок механізму храпового зачеплення машини для нанесення клею

Схема механізму храпового зачеплення машини показана на рис.3.2

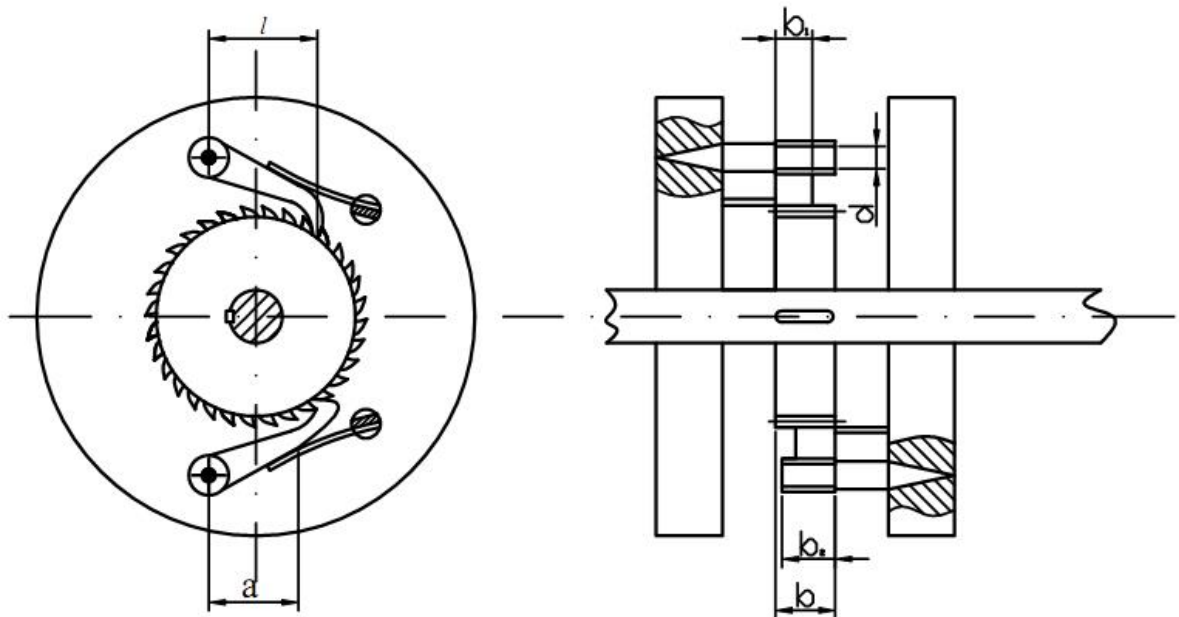


Рисунок 3.2– Механізм храпового зачеплення

Число зубів храпового колеса визначаємо із виразу:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$Z = \frac{360}{\gamma}, \quad (3.2)$$

де  $\gamma$  - самий менший кут повороту храпового колеса за один хід собачки,  $\gamma = 12^\circ$ ;

$$Z = \frac{360}{12} = 30^\circ.$$

Визначаємо модуль зчеплення з двох умов.

Виходячи з умови обмеження питомих тисків на лінії контакту зуба храпового колеса та собачки отримаємо:

$$m \geq \frac{2 \cdot M}{z \cdot b \cdot q}, \quad (3.3)$$

де  $b$  – ширина храпового колеса,  $b = 36 \text{ мм}$ ;

$M$  – обертовий момент на валу колеса;

$q$  – допустимий питомий тиск на одиницю довжини зуба; для поковки зі сталі 45  $q = 400 \text{ кгз/см} = 400 \text{ Н/мм}$ .

Підставляючи наявні дані, отримаємо значення за формулою:

$$m \geq \frac{2 \cdot 35000}{30 \cdot 36 \cdot 400} = 0,16 \text{ мм}.$$

Значення модуля визначається з умови обмеження напруження вигину в основі зуба:

$$m \geq 1.75 \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{z \cdot \Psi \cdot [G]_u}}, \quad (3.4)$$

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де  $\Psi$  – відносна ширина колеса до модуля, для поковки зі сталі 45 було прийнято  $\Psi=1$  [17];

$[G]_u$  – допустиме напруження для матеріалу храпового колеса на згин; приймаємо  $[G]_u = 1200 \text{ кг} / \text{см}^2 = 120 \text{ Н} / \text{мм}^2$  [17].

Підставивши дані у формулу (3.4) отримуємо:

$$m \geq 1,75 \cdot \sqrt[3]{\frac{35000}{30 \cdot 1 \cdot 120}} = 5,735 \text{ мм}.$$

Приймаємо остаточне значення модуля  $m = 6 \text{ мм}$ .

Визначаємо висоти зуба  $h$ .

Для посилених зубів висоту вибираємо з [18]  $h=2.5 \text{ мм}$ .

Визначаємо зовнішній діаметр храпового колеса:

$$D = m \cdot z, \quad (3.5)$$

$$D = 6 \cdot 30 = 180 \text{ мм}.$$

Перевіряємо умови обмеження напруження згину розтину біля головки собачки:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{32}, \quad (3.6)$$

де  $[\sigma]_{32}$  - допустиме напруження при згині собачки;

$$[\sigma]_u = 500 \text{ кг} / \text{см}^2 = 50 \text{ Н} / \text{мм}^2, [17];$$

$P$  - окружне зусилля.

Відповідно отримуємо:

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{2 \cdot M}{m \cdot z} = \frac{2 \cdot 35000}{6 \cdot 30} = 388,8H;$$

Момент згину дорівнює:

$$M_u = P \cdot l_1, \quad (3.7)$$

$$l_1 = l \cdot \sin \beta, \quad (3.8)$$

де  $\beta$  - кут встановлення собачки між робочою поверхнею і дотичною до кола западин,  $\beta = 7^\circ$ ;

$l$  - довжина собачки,  $l = 100\text{мм}$ ;

$$l_1 = 100 \cdot \sin 7 = 12,186;$$

Відповідно знаходимо:

$$M_{pu} = 388,8 \cdot 12,186 = 4737,9H \cdot \text{мм},$$

$$W = \frac{b_1 \cdot x^2}{6}, \quad (3.9)$$

де  $b_1$  - ширина собачки;  $b_1 = 30\text{мм}$ ;

$x$  - висота собачки;  $x = 20\text{мм}$ ;

$$W = \frac{30 \cdot 20^2}{6} = 2000\text{мм}^3,$$

$$F = b_1 \cdot x = 30 \cdot 20 = 600\text{мм}^2. \quad (3.10)$$

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Підставивши дані у формулу (3.6) отримуємо:

$$\sigma_u = \frac{4737,9}{2000} + \frac{388,8}{600} = 2,368 + 0,648 = 3,016 \frac{H}{мм^2}.$$

Порівнюючи отримане значення напруження згину із допустимим  $\sigma_u \leq [\sigma]_u$ , побачили, що умова виконується.

Діаметр вісі собачки визначається за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M \cdot b_2}{0,1 \cdot D \cdot [\sigma]_{32}}}, \quad (3.11)$$

де  $b_2$  - довжина вісі собачки;  $b_2 = 35$ мм;

$$d = \sqrt[3]{\frac{35000 \cdot 35}{0,1 \cdot 180 \cdot 500}} = 5,14 \text{ мм}.$$

Прийmemo діаметр вісі собачки  $d = 5$ мм.

Зусилля потрібне для притискання собачки до храпового колеса визначаємо за такою формулою:

$$Q = \frac{2 \cdot M \cdot l(0,2 \cdot \text{tg} \beta)}{D \cdot a}, \quad (3.12)$$

де  $a$  - плече сили  $Q$ , що рівняється  $a = 84$ мм.

Підставивши отримані дані маємо:

$$Q = \frac{2 \cdot 35000 \cdot 100(0,2 \cdot \text{tg} 7)}{180 \cdot 84} = 35,7 \text{ Н}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

### 3.3 Розрахунок пружини для храпового зачеплення

1. Вибираємо пружину для даного механізму.

Було використано пластинчасті пружини згину. Обирано холоднокатану стрічку із сталі 35 із допустимим напруженням на згин рівним  $[\sigma]_{уз.} = 70 \text{ КЗ} / \text{мм}^2$ ,  $E = 21000 \text{ КЗ} / \text{мм}^2$  [17].

2. Товщину стрічки  $S_n$  виходячи з конструктивних міркувань та згідно сортаменту на пружинну стрічку вибираємо рівною 1 мм. Ширину стрічки визначаємо такою формулою [18, 19]:

$$b_n = \frac{6 \cdot [Q] \cdot l_n}{S_n^2 \cdot [\sigma]_{уз.}}, \quad (3.13)$$

де  $[Q]$  - допустиме напруження, що потрібне для притискання собачки до храпового колеса; воно має бути більшим чим потрібна сила  $Q$  для притискання собачки; вона дорівнює 35.7 Н;

$l_n$  - довжина пластини,  $l_n = 80 \text{ мм}$ .

Підставивши значення отримуємо:

$$b_n = \frac{6 \cdot 4 \cdot 80}{1^2 \cdot 70} = 27,4 \text{ мм},$$

приймаємо  $b_n = 27 \text{ мм}$ .

3. Перевіряємо максимально допустимі напруження [20, 21]:

$$[Q] = \frac{b_n \cdot S_n^2 \cdot [\sigma]_{уз.}}{6 \cdot l_n} \geq Q, \quad (3.14)$$

Підставивши дані отримуємо:

$$[Q] = \frac{27 \cdot 1^2 \cdot 70}{6 \cdot 80} = 3,937 \text{ кг} = 39,37 \text{ Н},$$

що є цілком припустимим.

Позначення вибраної пружини:

Стрічка 2П-ПТ-Ц-1×27 ГОСТ 21996-88

2П – клас міцності;

ПТ – підвищена міцність за товщиною;

Ц – закалена.

### 3.4 Розрахунок відкритої зубчатої передачі

1. Вибір матеріалів зубчатої пари і визначення допустимих контактних та напружень на згин.

Вибираємо матеріал зубчатої передачі.

З технічної літератури [22-24] визначаємо марку сталі для шестерні - сталь 40 ХН,  $HV_2 = 235...262$ .

З технічної літератури [22-24] визначаємо механічні характеристики сталі 40 ХН, для шестерні термічна обробка – покращення,  $D_{пред.} = 200 \text{ мм}$ ; для колеса термічна обробка – покращення;  $S_{пред.} = 200 \text{ мм}$ .

Визначаємо середньої твердості зубців шестерні та колеса:

$$HV_{1cp.} = (269 + 302) / 2 = 285,5$$

$$HV_{2cp.} = (235 + 262) / 2 = 248,5$$

Визначаємо допустимі контактні напруження для зубців шестерні  $[\sigma]_{H1}$  і колеса  $[\sigma]_{H2}$  та допустимі напруження згину  $[\sigma]_{F1}$ ,  $[\sigma]_{F2}$ .

Для шестерні:

$$[\sigma]_{H1} = 1,8 \cdot HB_{1cp.} + 67, \quad (3.15)$$

$$[\sigma]_{H1} = 1,8 \cdot 285,5 + 67 = 580,9 \approx 581 \frac{H}{мм^2}$$

$$[\sigma]_{F1} = 1,03 \cdot HB_{1cp.}, \quad (3.16)$$

$$[\sigma]_{F1} = 1,03 \cdot 285,5 = 294 \frac{H}{мм^2}.$$

Для колеса знаходимо:

$$[\sigma]_{H2} = 1,8 \cdot HB_{2cp.} + 67 \quad (3.17)$$

$$[\sigma]_{H2} = 1,8 \cdot 248,5 + 67 = 514 \frac{H}{мм^2},$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,03 \cdot HB_{2cp.} \quad (3.18)$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,03 \cdot 248,5 = 256 \frac{H}{мм^2}$$

Розрахункові допустимі напруження руф[jlznmcsz наступним чином:

$$[\sigma]_{H2} = 1,8 \cdot HB_{2cp.}, \quad (3.19)$$

$$[\sigma]_{H2} = 1,8 \cdot 248,5 + 67 = 514 \frac{H}{мм^2},$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,03 \cdot HB_{2cp}. \quad (3.20)$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,03 \cdot 248,5 = 256 \frac{H}{мм^2}.$$

## 2. Про'ктний розрахунок

Визначаємо міжосьову відстані, мм [22-24]:

$$a_w \geq Ka(U + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 10^3}{\psi_a \cdot U^2 \cdot [\sigma]_n^2} \cdot K_{нв}}, \quad (3.21)$$

де  $Ka$  - допоміжний коефіцієнт, для прямозубих коліс рівний  $Ka = 49,5$

$\psi_a$  - коефіцієнт вершини вінця храпового колеса;  $\psi_a = 0,2 \dots 0,25$  – для відкритих передач ;  $\psi_a = 0,2$ ;

$U$  - передаточне число; конструктивно прийнято було  $U = 1,75$ ;

$[\sigma]_n^2$  - допустиме контактне напруження;  $[\sigma]_n^2 = 514 \frac{H}{мм^2}$  ;

$T_2$  - обертовий момент на валу храпового колеса;  $T_2 = 35 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ;

$K_{нв}$  - коефіцієнт нерівномірності напруження по довжині зуба; для зубів, що приробляються  $K_{нв} = 1$ .

Виходячи з цього отримаємо:

$$a_w \geq 49,5(1,75 + 1) \sqrt[3]{\frac{35 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 1,75 \cdot [\sigma]_n^2} \cdot 1} = 215 \text{ мм}.$$

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Значення  $a_w$  було округлено до стандартного та прийнято рівним  $a_w = 220$  мм.

Визначаємо модуль зачеплення  $m$ , мм:

$$m \geq \frac{2K_m \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma]_F}, \quad (3.22)$$

де  $K_m$  - допоміжний коефіцієнт прямозубих передач; рівний  $K_m = 6,8$ ;

$b_2$  - ширина вінця храпового колеса,  $b_2 = \psi_a \cdot a_w = 0,2 \cdot 220 = 44$  мм;

$d_2$  - дільний діаметр храпового колеса;

$[\sigma]_F$  - допустиме напруження згину;  $[\sigma]_F = 256 \frac{H}{\text{мм}^2}$ .

Тоді:

$$d_2 = \frac{2 \cdot a_w \cdot U}{U + 1}, \quad (3.23)$$

$$d_2 = \frac{2 \cdot 220 \cdot 1,75}{2,75} = 280 \text{ мм}.$$

Відповідно:

$$m \geq \frac{2 \cdot 6,8 \cdot 35000}{280 \cdot 44 \cdot 256} = 1,7 \text{ мм}.$$

У відкритих передачах розрахункове значення модуля слід збільшити на 30% через збільшене зношення зубів. Відповідно знаходимо:

$$m = 1,7 \cdot 1,3 = 2,21 \text{ мм}$$

Отримане значення модуля округляємо в більшу сторону до стандартного, і приймаємо  $m = 2,5 \text{ мм}$ .

Визначаємо число зубців шестерні:

$$z_{\Sigma} = z_1 + z_2, \quad (3.24)$$

$$z_{\Sigma} = \frac{2a_w}{m} = \frac{2 \cdot 220}{2,5} = 176.$$

Визначаємо число зубців шестерні:

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{1+U} = \frac{176}{2,75} = 64 \quad (3.25)$$

$$z_1 = \frac{176}{2,75} = 64.$$

Визначаємо число зубів колеса:

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 \quad (3.26)$$

$$z_2 = 176 - 64 = 112$$

Визначаємо фактичне передаточне число:

$$U = \frac{z_2}{z_1}, \quad (3.27)$$

$$U = \frac{112}{64} = 1,75$$

Фактичну міжосьову відстань знаходимо за формулою:

$$a_w = (z_1 + z_2) \cdot \frac{m}{2} \quad (3.28)$$

$$a_w = 176 \cdot \frac{2.5}{2} = 220 \text{ мм.}$$

Визначаємо основні геометричні параметри передачі, мм:

$$d_{a1} = d_1 + 2m, \quad (3.29)$$

$$d_{a1} = 160 + 2 \cdot 2,5 = 165,$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m, \quad (3.30)$$

$$d_{a2} = 280 + 2 \cdot 2,5 = 285,$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m \quad (3.31)$$

$$d_{f1} = 160 - 2,4 \cdot 2,5 = 154$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m \quad (3.32)$$

$$d_{f2} = 280 - 2,4 \cdot 2,5 = 274$$

Здійснюємо перевірочний розрахунок.

Проводимо перевірку межосьової відстані:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2}, \quad (3.33)$$

$$a_w = \frac{160 + 280}{2} = 220 \text{ мм.}$$

Здійснюємо перевірку придатності заготовок коліс:

$$D_{\text{загальне}} \leq D_{\text{попередне}}; S_{\text{загальне}} \leq S_{\text{попередне}}. \quad (3.34)$$

Визначаємо діаметр заготовки шестерні:

$$D_{\text{загальне}} = D_{a1} + 6 \text{ мм}, \quad (3.35)$$

$$D_{\text{загальне}} = 165 + 6 = 171 \text{ мм},$$

$$D_{\text{попередне}} = 200 \text{ мм},$$

$$D_{\text{загальне}} \leq D_{\text{попередне}}$$

Відповідно умови виконуються.

Здійснюємо перевірку контактних напружень  $\sigma_H, \frac{H}{\text{мм}^2}$ :

$$\sigma_H = k \cdot \sqrt{\frac{F_t (U + 1)_t}{d_2 \cdot b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu}}, \quad (3.36)$$

де  $k$  - допоміжний коефіцієнт, що рівний  $k = 436$ ;

$F_t$  - округлена сила в зачепленні.

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Відповідно отримаємо:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2}, \quad (3.37)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 35 \cdot 10^3}{280} = 250 \text{ Н},$$

де  $K_{H\alpha}$  - коефіцієнт динамічного навантаження, що залежить від кругової швидкості коліс  $v$  і ступеня точності передачі;

$$v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60}, \quad (3.38)$$

$$v = \frac{\pi \cdot 0,280 \cdot 30}{60} = 0,43 \text{ м/сек}.$$

З технічної літератури [22] визначаємо коефіцієнт  $K_{H\alpha} = 1,05$ .

Відповідно:

$$\sigma_H = 436 \cdot \sqrt{\frac{250 \cdot (1,75 + 1)_t \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05}{280 \cdot 44}} = 105,5 \text{ Н/мм}^2$$

де  $[\sigma]_H = 514 \text{ Н/мм}^2$ ;

$[\sigma]_H \geq \sigma_H$ , контактне напруження зубців менше допустимого.

Перевіримо напруження на згин зубців шестерні  $\sigma_{F1}$  та самого храпового колеса  $\sigma_{F2}$ ,  $\text{Н/мм}^2$ .

Запишемо:

$$\sigma_{F2} = \gamma_{F2} \cdot \gamma_{\beta} \cdot \frac{F_t}{b_2 \cdot m} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \leq [\sigma]_{F2}, \quad (3.39)$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \cdot \frac{\gamma_{F1}}{\gamma_{F2}} \leq [\sigma]_{F1}, \quad (3.40)$$

де  $m$  - модуль зачеплення,  $m=2.5$  мм;

$b_2$  - ширина зубчатого вінця храпового колеса;  $b_2=44$ мм;

$F_t$  - окружна сила в зачепленні;  $F_t = 250$ Н;

$K_{F\beta}$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження по довжині зуба; для приробки коліс,  $K_{F\beta}=1$ ;

$K_{Fv}$  - коефіцієнт динамічного навантаження, залежить від окружної швидкості коліс,  $v=0,43$  м/сек і ступеня точності,  $K_{Fv}=1,13$  [23];

$K_{F\alpha}$  - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями,  $K_{F\alpha} = 1$ ;

$\gamma_{\beta}$  - коефіцієнт враховуючий нахил зубців,  $\gamma_{\beta} = 1$  – для прямозубих коліс;

$\gamma_{F1}$  та  $\gamma_{F2}$  - коефіцієнти форми зуба шестерні і колеса, що залежить від числа зубців шестерні  $z_1$  і колеса  $z_2$ ,  $\gamma_{F1}=3,62$ ,  $\gamma_{F2}=3,60$  [23];

$[\sigma]_{F1}$  та  $[\sigma]_{F2}$  - допустиме напруження на згин шестерні та колеса

$$[\sigma]_{F1} = 294 \frac{H}{\text{мм}^2}, [\sigma]_{F2} = 256 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Відповідно знаходимо:

$$\sigma_{F2} = 3,6 \cdot 1 \cdot \frac{250}{44 \cdot 2,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,13 = 9,24 \text{ Н/мм}^2.$$

З отриманого значення випливає, що  $\sigma_{F2} \leq [\sigma]_{F2}$  - напруження на згин зубців колеса менше допустимого.

Відповідно знаходимо:

$$\sigma_{F1} = 9,24 \cdot \frac{3,62}{3,60} = 9,29 \text{ Н/мм}^2.$$

З отриманого значення випливає, що  $\sigma_{F1} \leq [\sigma]_{F1}$  - напруження на згин зубців шестерні менше допустимого.

Розрахунок шпонки.

Розрахунок здійснюється для шпонки, з'єднуючого зубчатого колеса 2 і вала I (рис.3.3).

По діаметру вала  $d_g = 32 \text{ мм}$  було вибрано за ГОСТ 8788-88 розміри перерізу призматичної шпонки [17]:  $b=10 \text{ мм}$ ;  $h=8 \text{ мм}$ ;  $l=22 \dots 110 \text{ мм}$ .

Враховуючи довжину ступиці  $l_c = 55 \text{ мм}$ , приймаємо  $l = 45 \text{ мм}$ .  
Попередньо вибираємо шпонку  $10 \times 8 \times 45$ .

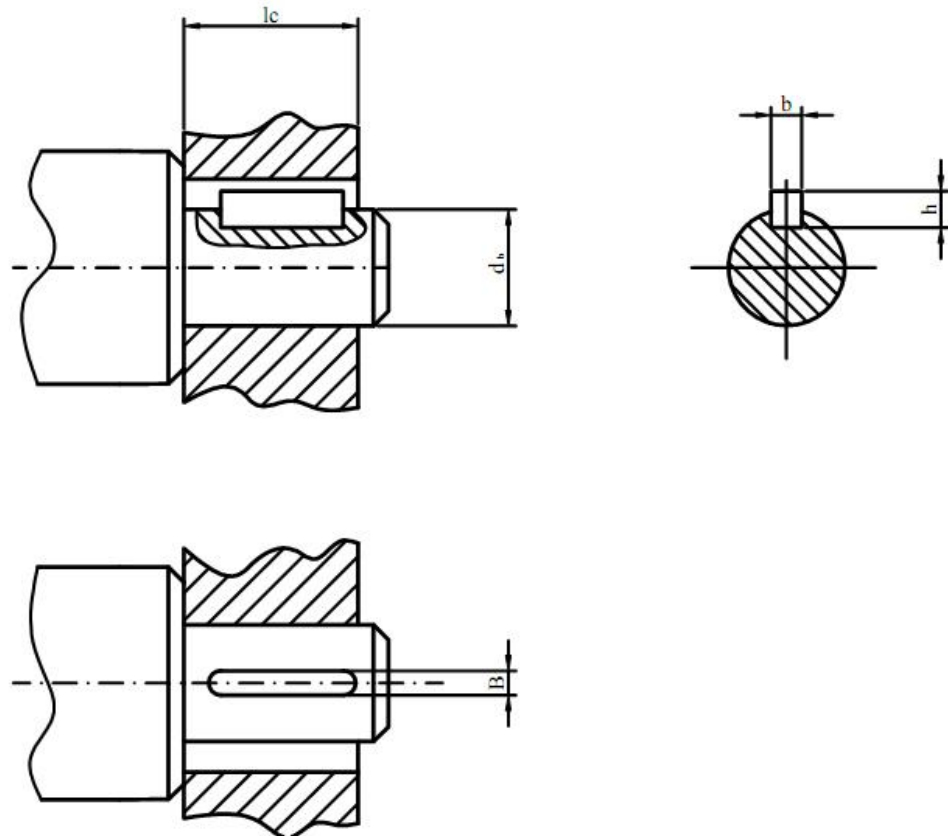


Рисунок.3.3– Шпонкове з'єднання

Перевіряємо вибрану шпонку на зминання:

$$I_{зв} = (20 + 6 \cdot 7) \cdot 7 = 434 \text{ мм},$$

де  $T$  - обертовий момент на валу I (рис.3.3),  $T = 35H \cdot \text{м}$ ;

$d_g$  - діаметр валу;  $d_g = 35 \text{ мм} = 0.032 \text{ м}$ ;

$l$  - робоча довжина шпонки,  $l = 45 \text{ мм} = 0,045 \text{ м}$ ;

$k$  - довідниковий розмір для розрахунку на зминання,  
 $k = 3,5 \text{ мм} = 0,0035 \text{ м}$ ;

$$[\sigma]_{зм} = 130 \dots 180 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Відповідно знаходимо:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 35}{0,032 \cdot 0,045 \cdot 0,0035} = 13,8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 =$$
$$= 13,8 \cdot 10^6 \text{ Н/} 10^6 \cdot \text{мм}^2 = 13,8 \text{ Н/мм}^2$$

Порівнюючи знаходимо, що  $\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}$  - умова виконується.

Перевіряємо міцність вибраної шпонки на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T}{d_e \cdot b \cdot l_p} \leq [\tau_{зр}], \quad (3.41)$$

де:

$$[\tau_{зр}] = 70 \cdot 100 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 35}{0,032 \cdot 0,01 \cdot 0,045} = 4,86 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 = 4,86 \text{ Н/м}^2,$$

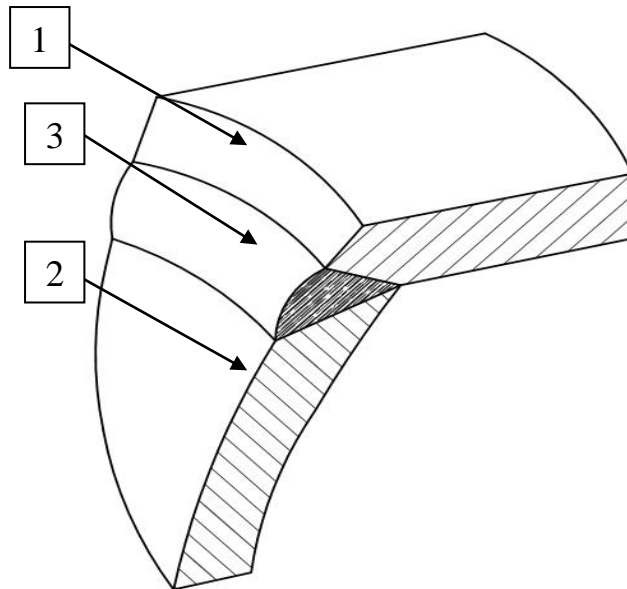
$\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}]$  - умова виконується.

Вибрана шпонка  $10 \times 8 \times 45$  за ГОСТ 8788-88 підходить для цього з'єднання.

### 3.5 Розрахунок режимів електродугового зварювання

Розрахунок режимів здійснюється для з'єднання барабана 3 (рис.3.4) з маточиною.

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1 – барабан, 2 – маточина, 3 – зварний шов.

Рисунок 3.4 - Елемент зварювального з'єднання:

Матеріали, що зварюються – сталь 45.

Параметри спряження наступні:  $d = 18\text{мм}$ ;  $\alpha = 60^\circ$ ,

Довжину шва визначаємо із формули:

$$L_{шв} = \pi \cdot D, \quad (3.42)$$

$$L_{шв} = \pi \cdot 248 = 779,11\text{мм}.$$

Вибираємо діаметр електроду для зварювання з таблиці залежностей діаметра електроду від товщини  $d$  деталей, які піддаються зварюванню:

$$d_{ел} = 7\text{мм}.$$

Відповідно струм зварювання буде дорівнювати:

$$I_{зв} = (\beta + \alpha \cdot d_{ел}) \cdot d_{ел}, \quad (3.43)$$

де:  $\beta$ ,  $\alpha$  - коефіцієнти режиму зварювання, які прийняті рівними  $\beta=20$ ,  $\alpha=6$ .

Відповідно знаходимо:

$$I_{зв} = (20 + 6 \cdot 7) \cdot 7 = 434 \text{ А}.$$

Визначаємо масу металу, що наплавляється:

$$Q_n = L_{шв} \cdot F_{шв} \cdot \rho, \quad (3.44)$$

де  $\rho$  - щільність матеріалу з'єднання деталей;  $\rho = 7.8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;

$F_{шв}$  - площа поперечного перерізу шва;

$L_{шв}$  - довжина шва, що рівна  $L_{шв} = 779.11 \text{ мм} = 77.9 \text{ см}$ ,

$$F_{шв} = F_{ABC} = \frac{d^2}{\sqrt{3}}, \quad (3.45)$$

$$F_{шв} = F_{ABC} = 187,06 \text{ мм}^2 = 1,87 \text{ см}^2.$$

Відповідно знаходимо:

$$Q_n = 77,9 \cdot 1,87 \cdot 7,8 = 1093 \text{ г}.$$

Визначаємо масу самих електродів:

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ел} = Q_n \cdot (1 + K_g), \quad (3.46)$$

де  $K_g$  - коефіцієнт втрат;  $K_g = 0,15 \dots 0,4$ ;

Приймаємо коефіцієнт втрат рівним  $K_g = 0,2$ .

Відповідно буде:

$$Q_{ел} = 1093 \cdot (1 + 0,2) = 1312г.$$

Визначаємо основний час  $t_0$ :

$$t_0 = \frac{K_g}{I_{зв} \cdot \alpha_n} \quad (3.47)$$

де  $\alpha_n$  - коефіцієнт наплавлення,  $\alpha_n = 8 \dots 10,5 \frac{г}{А \cdot год}$ .

Приймаємо коефіцієнт наплавлення рівним  $\alpha_n = 10 \frac{г}{А \cdot год}$ .

Відповідно знаходимо:

$$t_0 = \frac{1093}{434 \cdot 10} = 0,25184 = 15,1хв.$$

Повний час визначаємо із формули:

$$t_n = \frac{t_0}{\varphi}, \quad (3.48)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт, що враховує втрати часу на заміну електрода;  $\varphi = 0,6 \dots 0,8$ .

Приймаємо коефіцієнт, що враховує втрати часу на заміну електрода рівним  $\varphi = 0,8$ .

Тоді отримаємо:

$$t_n = \frac{15,1}{0,8} = 18,87 \text{ хв.}$$

Визначаємо витрати електроенергії за наступною формулою:

$$P_{el} = \frac{U_p \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\gamma_n \cdot 1000}, \quad (3.49)$$

де  $U_p$  - робоча напруга при зварюванні;  $U_p = 20 \dots 35$  В, прийнято  $U_p = 30$  Вт;

$\gamma_n$  - коефіцієнт, що враховує втрати при роботі на холостому ходу; приймається рівним  $\gamma_n = 0,8$ .

Підставивши значення у формулу, знаходимо:

$$P_{el} = \frac{30 \cdot 434 \cdot \left(\frac{15,1}{60}\right)}{0,8 \cdot 1000} = 4,09 \text{ кВт/год.}$$

### 3.6 Висновки до третього розділу

У цьому розділі проведено розрахунок основних вузлів машини для нанесення клею на контур деталі. Виконано розрахунок механізму храпового зачеплення, пружини храпового механізму та відкритої передачі.

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Під час роботи над магістерською роботою було проведено вивчення світових ідей та наявних розробок з нанесення клею на взуттєві деталі. Аналіз їхніх переваг і недоліків дозволив зробити висновок, що обрана тема є надзвичайно актуальною на сьогоднішній день.

У другому розділі виконано розробку конструкції машини для нанесення клею на контур деталей взуття. Обґрунтовано необхідність проектування такої машини. Розроблено кінематичну та пневматичну схеми машини, на основі яких створено конструкцію пристрою для нанесення клею, а також описано його конструкцію та принцип дії.

Третій розділ присвячений розрахунку основних вузлів машини для нанесення клею на контур деталі. Виконано розрахунки механізму храпового зачеплення, пружини храпового механізму та відкритої передачі.

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бабич А.І. Технологія виготовлення виробів з різних матеріалів: навч. посіб. - К.: КНУТД, 2021. 248 с.
2. Клей [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D0%B9>.
3. Черкашина Г.М. Технологія виробництва синтетичних і природних клеїв та герметиків : лаб. практикум / Г. М. Черкашина, В.Л. Авраменко, Л. П. Підгорна, О. В. Близнюк. – Харків : НТУ «ХП», 2020. - 320 с.
4. Клей дисмакол SAR 06W для шкіри, текстилю та підшви вузуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zolotoeryno.com/ua/p740072820-klej-dismakol-sar.html?srsltid=AfmBOooE-VU1XgFmwZqe0tBzqOYLveJAAmCFa0KmhElp4AOoyhTxQYAh>.
5. Клей Наіріт універсальний водостійкий для вузуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrgost.com.ua/ua/p1153218256-klej-nairit-universalnyj.html?srsltid=AfmBOorKo-kcBGorhxnPFFOsd1AJrqNx08tbsQE5HCrLwmpjwYbpi3oG>
6. Взуттєві клеї [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://bashmachnik.com.ua/ua/g5615908-obuvnye-klei?srsltid=AfmBOoqLniVZJxvLGIb7ig2JkpbCfCQQUF1AILVd7a6GHTlceCk7Sla>.
7. Види клею [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gradusok.com.ua/ua/a237830-vidy-kleya-kakim.html>
8. Суперклей Момент. Для вузуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/kley-moment-dlya-obuvi-3-g.html>.
9. Клей на основі синтетичної смоли для швидкого та чистого склеювання Universal Glue UHU 63656 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://box24.com.ua/klei-na-osnovi-syntetychnoi-smoly-dlia-shvydkoho-ta>

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

chystoho-skleiuvannia-universal-glue-uhu-

63656/?gad\_source=1&gclid=Cj0KCQiAuou6BhDhARIsAIfgrn55CbEGt3O0AE2O13B\_aqAaVFIDpIQIz9Z8o6D64hDz5DiO19LCWbsaAvrCEALw\_wcB.

10. Клей Момент Марафон [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://multistroy.dp.ua/ua/product/klej-moment-marafon-30-ml/>.

11. Клей Професіонал [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://avrrora.ua/kley-neoprenoviy-profesional-dlya-vzuttya-shkiri-tuba-35-ml/>.

12. Клей БОСНЕМ BONIKOL MG [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dlya-vzuttya.com.ua/ua/products/klej-bochem-bonikol-mg-rezinovuj-07kg>.

13. Клей для взуття поліуретановий 312 (десмокол) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://evrostyle-ua.com/ua/p1814050001-klej-dlya-obuvi.html>.

14. Поліуретановий клей (Десмокол) Kenda Farben SAR 306 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://bigl.ua/ua/p578807400-poliuretanovuj-klej-desmokol>.

15. Клей для EVA (EVA) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kabluchok.kiev.ua/ua/p578808960-klej-dlya-eva.html>

16. Поліуретановий взуттєвий клей SAR 306 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://bsk.ua/ua/p1091837748-poliuretanovuj-obuvnoj-klej.html>.

17. Анур`єв В.І. Довідник конструктора - машинобудівника. В 3-х Т. Т 1-3 вид., перероб. і доп., 1980. – 452с.

18. Веркович Г.А., Головенкшн Є.М., Голубков В.А. Довідник конструктора точного приборобудування, 1989. - 792с.

19. Головня В.Д. Деталі машин. Курсове проектування : навч.-метод. посібник / В.Д. Головня, Г.М. Виговський, Н.О. Балицька. – Ж.: Житомирська політехніка, 2019. - 120 с.

20. Пастушенко С.І. Курсове проектування деталей машин / С.І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. - К. : Аграрна освіта, 2003. -

240 с. 21. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.

22. Заблонський К.І. Деталі машин / К.І. Заблонський. –К.: АстроПринт, 1999. – 310с.

23. Деталі машин : курсове проектування : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.О. Малащенко, В.В. Янків. - Львів : Новий Світ-2000, 2020. - 228 с.

24. Малащенко В.О. Деталі машин : курсове проектування : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.О. Малащенко, В.В. Янків. - Львів : "Новий Світ-2000", 2021. - 228 с

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

					МРМА24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		