

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра галузевого машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ
ДЛЯ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ ВІДХОДІВ ТЕКСТИЛЬНОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма Галузеве машинобудування

Виконав: здобувач вищої освіти
групи М-41
Шиліпук Тарас Ростиславович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Селезньов Едуард Леонідович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Пуць Віталій Степанович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра галузевого машинобудування
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування
Освітня програма: «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Пуць Віталій Степанович

« ___ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Шилінок Тарас Ростиславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Проектування конструкції пристрою для дезінтеграції відходів текстильної промисловості*

Керівник роботи: Селезньов Е.Л.

затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» березня 2025 р. № 163/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «14» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи базові креслення устаткування, технічна характеристика, технічні умови.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Анотація Зміст Вступ. 1 Оглядова частина. 2 Проектна частина

3 Рекомендації з експлуатації обладнання. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Пристрої для подрібнення – 1 л. ф. А1;

2. Пристрій для дезінтеграції відходів Схема кінематична – 1 л. ф. А1;

3. Пристрій для дезінтеграції відходів. Складальний кресленик – 3 л. ф. А1;

4. Деталювання – 1 л. ф. А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Селезньов Е.Л., доцент		
Розділ 2	Селезньов Е.Л., доцент		
Розділ 3	Селезньов Е.Л., доцент		

7. Дата видачі завдання «19» березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми. Вступ.</i>	<i>29.03.2025 р.</i>	
2.	<i>1 Оглядова частина</i>	<i>15.04.2025 р.</i>	
3.	<i>2 Проектна частина</i>	<i>10.05.2025 р.</i>	
4.	<i>3 Рекомендації з експлуатації обладнання</i>	<i>24.05.2025 р.</i>	
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>28.05.2025 р.</i>	
6.	<i>Формування додатків</i>	<i>01.06.2025 р.</i>	
7.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини</i>	<i>04.06.2025 р.</i>	
8.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>04.06.2025 р.</i>	
9.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>04.06.2025 р.</i>	
10.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>14.06.2025 р.</i>	

Здобувач вищої освіти

_____ (_____)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (_____)
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шиліпук Т.Р. Проектування конструкції пристрою для дезінтеграції відходів текстильної промисловості. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, оглядової частини, проектної частини, розділу рекомендацій з експлуатації обладнання, висновків, списку використаних джерел, додатків.

В роботі було проведено аналіз конструктивних особливостей обладнання, проведені розрахунки потужності приводу, числа зубів заданих зубчастих коліс, розрахунок клинопасової передачі, плоскопасової передачі, моментів на обертових валах, розроблено конструкцію вала, та розраховано вал на міцність. Також приведені нормативи щодо безпечності експлуатації обладнання

Ключові слова: ДЕЗІНТЕГРАЦІЯ, ВІДХОДИ, КЛИНОПАСОВА ПЕРЕДАЧА, ЗУБЧАТЕ КОЛЕСЬ, КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК.

ANNOTATION

Shilipuk T.R. Design of a device for the disintegration of textile industry waste. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Industrial Mechanical Engineering" specialty 133 Industrial Mechanical Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, an overview part, a project part, a section of equipment operation recommendations, conclusions, a list of used sources, and appendices.

The work analyzed the design features of the equipment, calculated the drive power, the number of teeth of the specified gears, calculated the V-belt transmission, flat-belt transmission, and the moments on the rotating shafts, developed the shaft design, and calculated the shaft for strength. Also provided are standards for the safe operation of equipment.

Key words: DISINTEGRATION, WASTE, V-BELT TRANSMISSION, GEAR, KINEMATIC CALCULATION.

					<i>КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Шиліпук Т.Р.</i>			<i>Проектування конструкції пристрою для дезінтеграції відходів текстильної промисловості</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Селезньов Е.Л</i>					3	48
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мартинюк В.Л</i>				<i>ЛНТУ, ФТМІ каф. ГМ, гр. ГМ-41</i>		
<i>Затвердив</i>		<i>Піць В.С.</i>						

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	7
1.1 Конструктивні особливості обладнання.....	7
1.2 Пропозиція проектування.....	12
2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	14
2.1 Дезінтеграція відходів на на устаткуванні.....	14
2.2 Розрахунок потужності приводу.....	17
2.3 Кінематичний розрахунок.....	18
2.4 Розрахунок числа зубів заданих зубчастих коліс.....	23
2.5 Проектування і розрахунок клинопасової передачі.....	24
2.6 Розрахунок плоскопасової передачі.....	27
2.7 Розрахунок моментів на обертових валах.....	30
2.8 Розрахунок вала барабана.....	30
2.9 Розташування вала.....	31
2.10 Розробка конструкції вала.....	35
2.11 Перевірка розрахунку міцності валу.....	37
3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ	42
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	48

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Через зростання цін на сировину та матеріали, їх повне використання стало першочерговим завданням для підприємств легкої промисловості.

Відходи, що утворюються при розкрої рулонних матеріалів, їх пошкодженнях, а також браковані вироби, накопичуються на виробництвах. Більшість підприємств утилізують їх, вивозячи на звалища. В кращому випадку відходи спалюються для отримання технологічного тепла. В обох випадках підприємства несуть фінансові та сировинні збитки, пов'язані з транспортуванням та оплатою комунальних послуг, а також спричиняють забруднення довкілля.

Проблемою скорочення та переробки відходів активно займаються як наукові установи, так і підприємства.

Вирішення цих завдань здійснюється у двох напрямках. Перший – це впровадження нових технологій розкрою та пошиття виробів, що сприяє зменшенню кількості відходів. Другий напрямок – переробка та повторне використання цих відходів для виробництва продукції або застосування в інших галузях народного господарства. Саме цей напрямок є предметом даного дослідження та дипломного проєкту, а конкретно – механізація однієї з ключових операцій вторинної переробки відходів легкої промисловості – їх дезінтеграції.

Під час літературного та патентного огляду існуючих подрібнювачів відходів легкої промисловості був проаналізований дизайн найбільш поширених конструкцій, які можуть бути використані для подрібнення та переробки відходів у текстильній промисловості. Найбільше цікавих винаходів було знайдено в галузі "Паперового виробництва". З великої кількості подрібнювачів були обрані найцікавіші системи та методи подрібнення відходів.

Наразі існує безліч способів подрібнення відходів. Більшість з них – це механічні методи, де матеріал подрібнюється різноманітними дробильними пристроями: фрезами, швидко обертовими молотами, валками під тиском, розриванням неорієнтованих волокон ножами, розрізанням попередньо заморожених блоків спресованих відходів дисковими пилами, а також стиранням

										Арк.
										5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ

відходів на абразивних дисках і валах.

Подальша технологія переробки передбачає можливість отримання з відходів утеплювального лінолеуму, повстяних матеріалів, ватину, а також використання відходів для виготовлення будівельних конструкцій.

Для переробки та використання текстильних відходів пропонується лінія, яка включає такі машини:

- Подрібнювально-штампувальна машина (на стадії розробки) з очікуваною продуктивністю 50,0-70,0 кілограмів відходів на годину.
- Кардочесальна машина 4,0-11,0 Вт продуктивністю 60,0-70,0 кілограмів гребінних виробів на годину.
- Голкопробивна машина Ш-2, продуктивність якої регулюється залежно від щільності матеріалу, що приймається, з робочою шириною 1200,0 мм.

Останні дві машини є сирійського виробництва.

Запропонована виробнича лінія дозволяє переробляти текстильні відходи та отримувати матеріал, який може бути гладким або на тканинній основі.

Метою розробки конструкції розривно-віджимного подрібнювача є підвищення продуктивності подрібнення стружки відходів на волокна порівняно з відомими раніше методами.

В результаті аналізу конструкцій та способів переробки відходів, представлених у патентній та технічній літературі, була розроблена конструкція розриваючо-перетискаючого пристрою, яка враховує всі позитивні аспекти існуючих механізмів та методів.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Конструктивні особливості обладнання

Подрібнювач голкового типу для подрібнення ганчір'я працює за принципом розпушування матеріалу за допомогою голчастого барабана (4). Відходи спочатку розкладаються на столі подачі (1), а потім за допомогою подавального ролика (2) і столу (1) переміщуються в зону подрібнення. Швидко обертовий барабан (4), на поверхні якого розташовані гострі відгалуження, нахилені в бік обертання, проколює матеріал, вириваючи з нього дрібні волокна та шматочки. Захоплений потоком повітря, матеріал потрапляє на швидко обертовий зубчастий барабан (8), де разом із зубчастим сектором (9) подрібнюється до дрібнішої фракції. Подрібнений матеріал видаляється з машини потоком повітря, що створюється допоміжним агрегатом, через повітропровід (7).

Щоб запобігти застряганню матеріалу на штифтах різачка, в конструкції передбачений барабан-знімач (5), встановлений на штифтовому барабані, але з іншою віссю обертання. Це сприяє очищенню штифтів. Для очищення самого барабана (5) встановлений ніж-очишувач (6).

Перевагами такого подрібнювача є його універсальність (дозволяє переробляти різні відходи) та компактність/простота в обслуговуванні.

Недоліки включають пожежонебезпеку через наявність деталей і вузлів, що труться, а також травмонебезпечність, оскільки відсутній силовий конвеєр.

Подрібнювач роликового типу.

В основі роботи цього пристрою лежить принцип подрібнення та стирання. Відходи подаються в машину порціями (у визначеній кількості) через завантажувальне вікно за допомогою електроприводу. Потрапляючи між валками (12) та (13), відходи подрібнюються та стираються за рахунок нерівномірного обертання цих валків.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

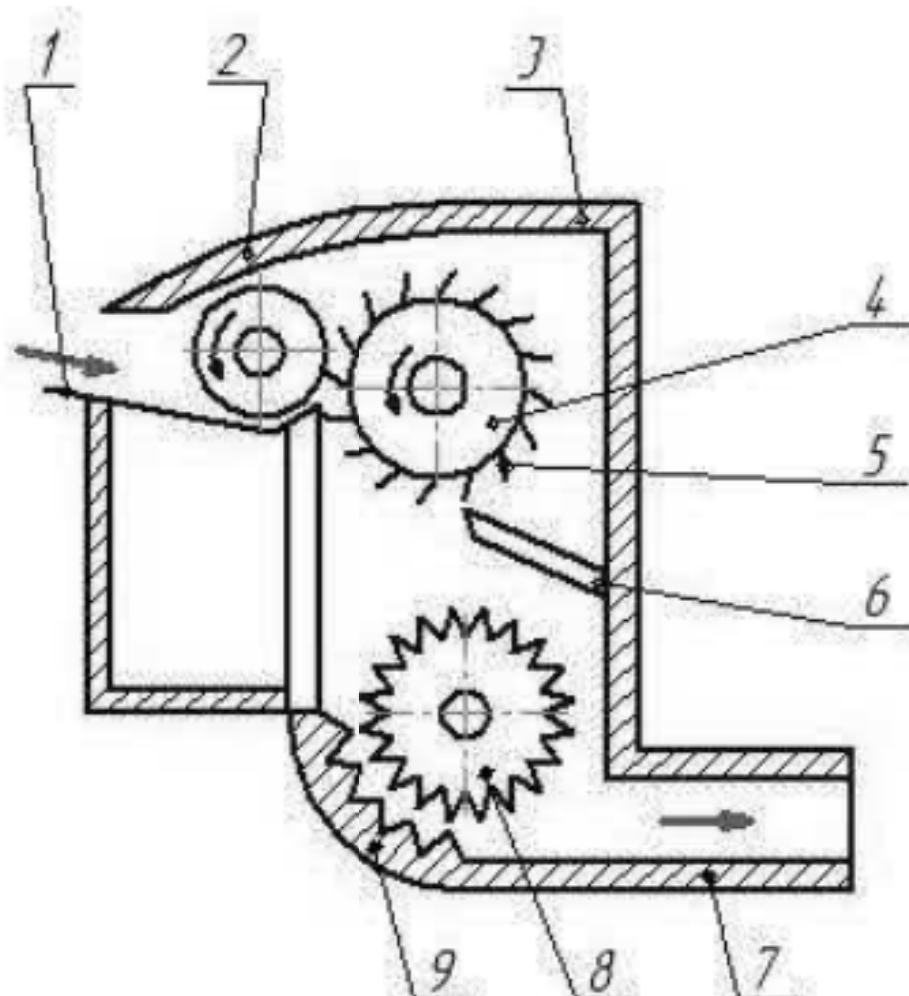


Рисунок 1.1-гольчасто-фрезерний шліфувальний верстат

Далі відходи надходять на стрічковий розвантажувальний конвеєр (16). Якщо оператор вважає, що матеріал подрібнено недостатньо, він може перемістити конвеєр (16) у положення (11). За допомогою пристрою (15) відходи знову потрапляють між дробильні ролики (12) і (13) для повторного подрібнення. Коли відходи подрібнені достатньо, їх виводять з машини за допомогою конвеєра (16).

Перевагами такого подрібнювача є його проста конструкція, легкість в обслуговуванні та можливість подрібнювати відходи будь-якої структури.

Однак є й недоліки: отримані після подрібнення відходи можуть бути використані лише як наповнювач, у будівельних матеріалах або для виробництва картону, оскільки структура волокон змінюється. Процес подрібнення є досить енергоємним, і неминуче виникає потреба в повторному переточуванні матеріалу.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

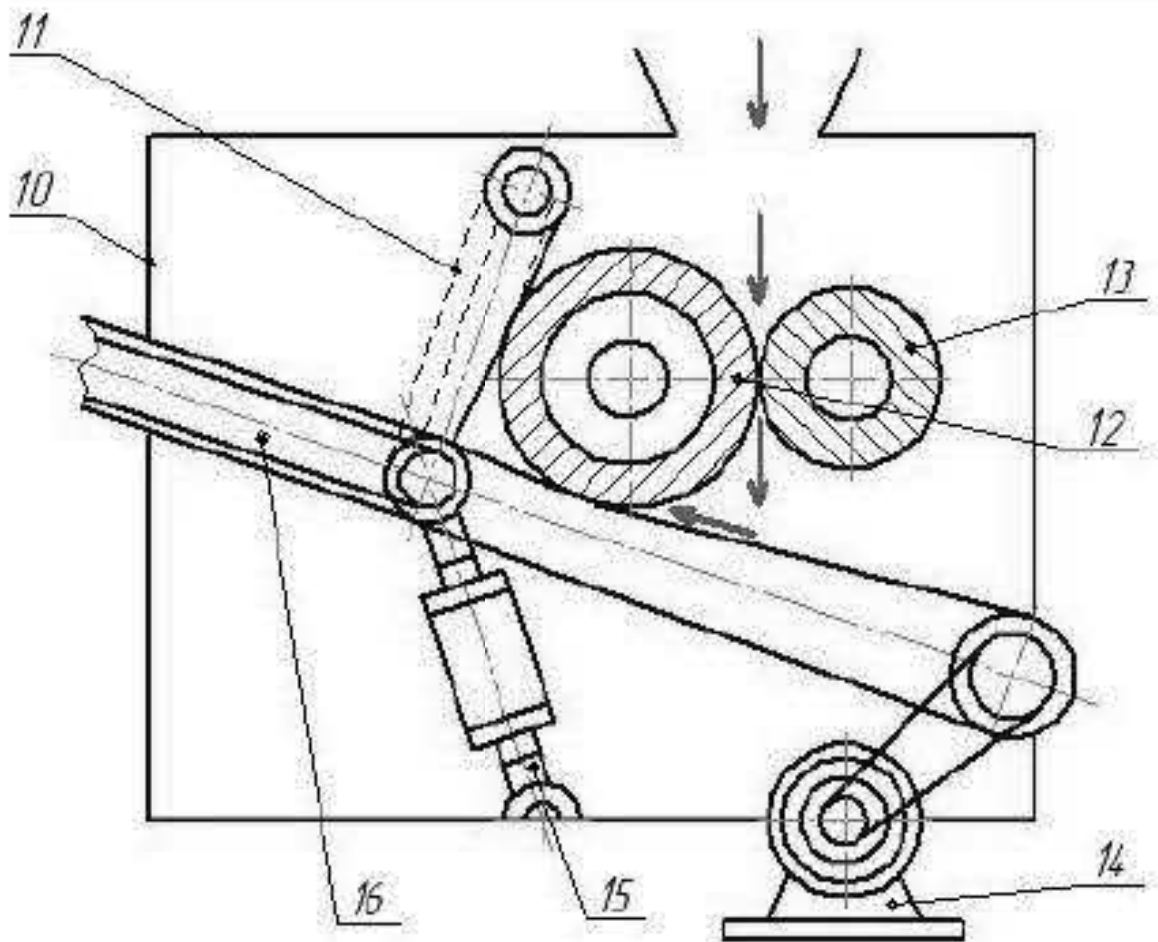


Рисунок 1.2- Подрібнювач роликвого типу

Комплекс подрібнення поділяється на підготовчий етап та безпосередньо етап подрібнення відходів, який базується на використанні абразивного валу (24).

Відходи за допомогою завантажувального транспортера (29) подаються в кільцеву ванну (28), яка містить розчин, що обертається завдяки мішалці (27) з власним приводом (26). Під час перемішування відходи, згідно з законами фізики, збираються всередині ванни. У центр ванни опускається трос із розгалуженим кінцем, на який починають намотуватися відходи. Трос виймається з розчину, формуючи джгут (31), що безперервно утворюється всередині розчину. Цей джгут, що тягнеться тросом та пневматично навантаженими зубчастими роликами (30, 18), займе положення, показане на кресленні. Потім від джгута відрізається частина разом з тросом, а сам джгут прямує між напрямними циліндрами (19) і (22) у зону шліфування. Швидко обертовий абразивний вал (24) тре джгут, що надходить.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

Подрібнений матеріал падає у воду, яка омиває абразивний вал (24). Гумові ролики (23), розташовані нижче під водою, обертаються та відокремлюють матеріал від води.

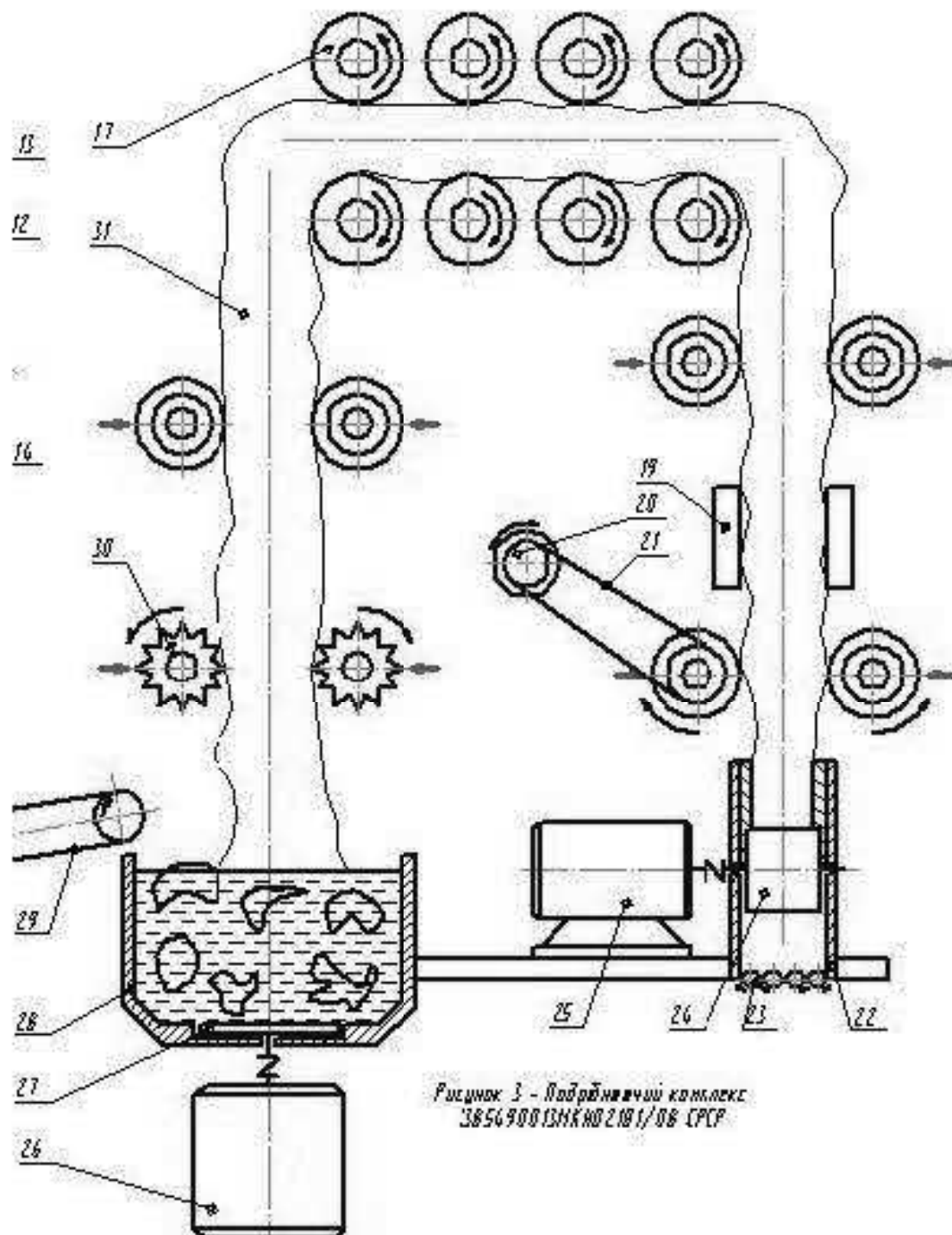


Рис. 1.3- Дробильний комплекс

Такий спосіб подрібнення має переваги в автоматизації всього процесу та отриманні дрібного подрібненого матеріалу, включаючи волокна.

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

Проте існують і недоліки: енергоємність процесу, обмеження на розмір частинок відходів (довжина не менше 300 мм), складність підтримки стабільної швидкості виштовхування джгута з ванни для відходів через його нерівномірну товщину, а також складність в обслуговуванні.

Молоткова дробарка, або молотковий млин, працює наступним чином:

Відходи, що знаходяться на сітчастій стрічці завантажувального конвеєра (43), спочатку зволожуються розчином, який подається через форсунки (32). Зволожені відходи потім провалюються через завантажувальний люк всередину подрібнювача (35). Швидко обертовий ротор (42), на якому закріплені молотки (34), відбиває відходи на внутрішню поверхню барабана, де розміщені зуби (33). Вдаряючись об зуби, матеріал додатково подрібнюється, відскакуючи і знову вдаряючись об молотки (34).

Матеріал вивантажується потоком повітря і переміщується по барабану, постійно отримуючи численні удари. Пройшовши весь барабан, подрібнена маса виноситься потоком повітря у повітровипускний отвір розвантажувального пристрою (36). Там вона притягується до сітчастого барабана (37), який обертається і переносить подрібнену масу під лопатки крильчатки (38). Крильчатка, обертаючись, своїми лопатками знімає подрібнений матеріал з машини. Для зниження навантаження на ротор (42) барабана та для кращого подрібнення відходів, подрібнювач розділений на дві частини:

Секція А: тут відбувається грубіше (попереднє) подрібнення відходів.

Секція Б: має більшу кількість зубів та молотків при меншій товщині; у цій секції матеріал подрібнюється дрібніше.

Повітряний потік створюється лопатками (40), розміщеними на роторі, а також додатковим пристроєм, з'єднаним з машиною через сітчастий барабан.

Перевагами такого подрібнювача є висока продуктивність та високоякісне подрібнення відходів.

Серед недоліків варто виділити енергоємність процесу, небезпеку виникнення пожежі, а також незручності в обслуговуванні та ремонті.

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

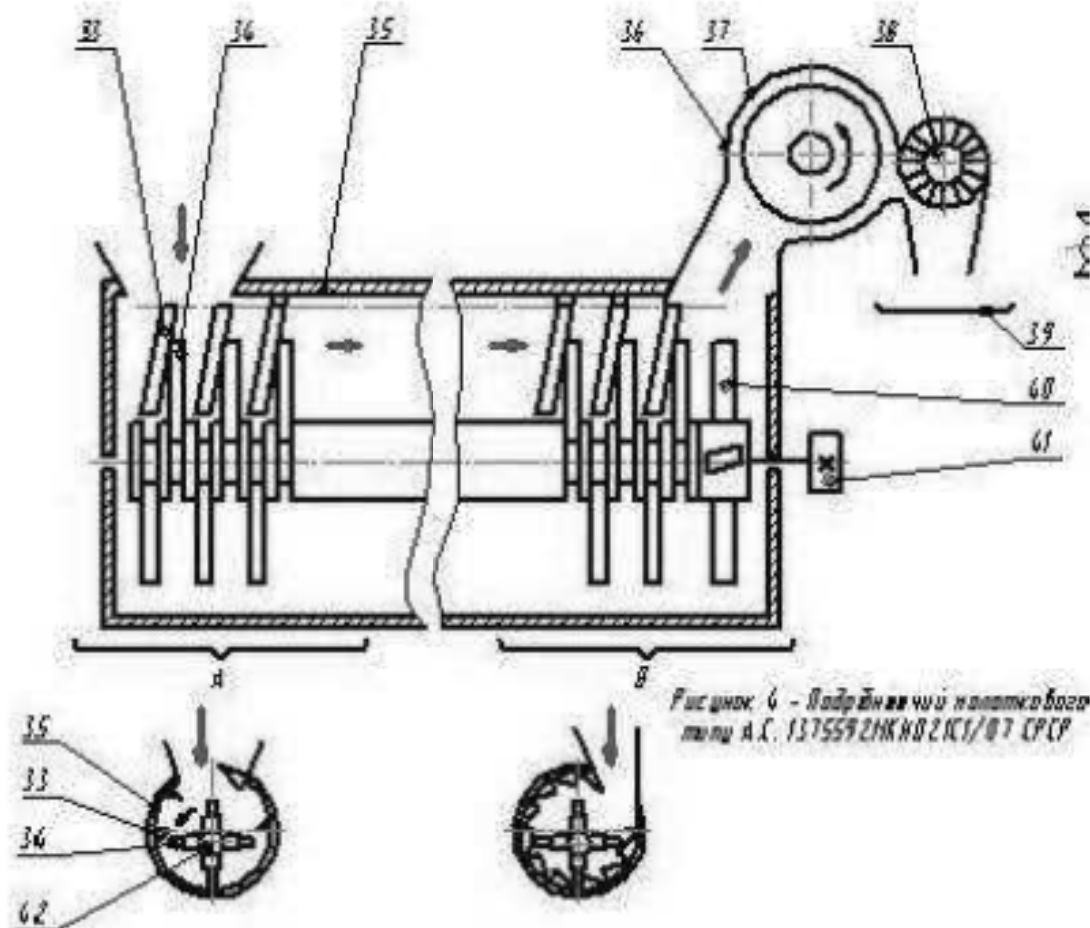


Рисунок 1.4 - Дробарка молоткового типу

1.2 Пропозиція проектування

Проектом пропонується комплексну виробничу лінію для переробки та використання текстильних відходів. Ось як це працює:

Відходи транспортером з приводом подаються на приводні ролики. Проходячи через них, ганчірки частково подрібнюються, потім розділяються і надходять на штирі дробильного барабана. Подрібнені відходи виходять з машини і потрапляють на транспортер, що подає матеріал до кардочесальної машини. Тут відходи щільно затискаються між роликами із зубчастою поверхнею і подаються на приймальний барабан. Для запобігання намотуванню відходів на барабан передбачений очисний ролик. Приймальний ролик подрібнює матеріал, подаючи його далі. На голчастому головному барабані матеріал обертається і переноситься на перший робочий ролик (10), де відбувається інтенсивне різання та проштовхування. Маса знімається з поверхні робочого валика знімним валиком і

						КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

знову подається на основний барабан. Цей процес розпушування, проптовхування та розчісування частинок матеріалу повторюється, проходячи через п'ять робочих барабанів. Розчесана маса піднімається з голчастого барабана на поверхню швидко обертового бігуна.

Розчесана маса намотується на голки цього барабана, з яких волокна у вигляді полотна знімаються швидко обертовою гребінкою. Волокна у вигляді полотна складаються на дугоподібний стіл. Після цього полотно може бути складене або, як у нашому випадку, воно потрапляє між обертовими приймальними барабанами з пластинами, відігнутими в протилежному напрямку обертання. Пластини верхнього барабана входять між пластинами нижнього барабана. Крім того, над барабанами натягнута перфорована стрічка (плаский ремінь).

Така конструкція дозволяє ущільнювати полотно та частково його стискати. Після проходження через ущільнюючий транспортер полотно подається на транспортер, де воно накладається на основну тканину. Далі полотно проходить між вдавненою пластиною та голками для проколювання (прошивки голками), які розташовані в кілька рядів на голководителі. Конструкція голок дозволяє їм проколювати полотно та витягувати зубцями волокна на інший бік тканини, створюючи досить міцне з'єднання та переплетення полотна з основною тканиною.

Отриманий дубльований матеріал намотується на валик і відправляється для подальшого використання.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Дезінтеграція відходів на на устаткуванні

Рвана тканина обробляється на щипцевій машині, де її розривають і розпушують на окремі волокна.

Волокна в шматку тканини щільно переплетені, що ускладнює їх відокремлення. Щоб зменшити тертя та полегшити поділ волокон без значного пошкодження, шматок просочують олією та пропарюють. В результаті волокна стають більш еластичними і менше руйнуються при витягуванні з тканини. Після цього шматок в теплому та вологому стані відправляють на обробку в розривно-щипцеву машину.

Шматок рівномірним, щільним шаром подається по всій ширині транспортера (13).

Конвеєр направляє матеріал до подавальних роликів. Нижній ролик обертається у нерухомих підшипниках, а верхній – у рухомих. Коли між роликami проходить шматок різної товщини, верхній ролик може підніматися або опускатися. Для щільного затискання шматка між роликami, верхній подавальний ролик опускається (занурюється). Ступінь занурення можна регулювати додаванням або видаленням вантажів (11). Якщо між роликami потрапляє занадто багато матеріалу, за допомогою перемикача режимів роботи (10) ролик можна реверсувати, щоб звільнити їх від надлишків.

Щільно затиснутий шматок подається роликami до барабана (4). Поверхня барабана вкрита штифтами, які при обертанні барабана багаторазово вдаряють по матеріалу, висмикуючи з нього волокна і направляючи їх у бік обертання барабана.

Одночасно з волокнами можуть відриватися і більші шматки тканини. Ці шматки вдаряються об козирок (4) і відскакують до крильчатки (5), яка відкидає їх назад на сітку подавального конвеєра (13), звідки вони знову надходять в машину для повторної обробки.

Деякі дрібні шматочки все ж можуть прослизнути під козирок (4). Однак завдяки відцентровій силі, що створюється барабаном (4), ці шматочки, які

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

щільніші за волокна, відлітають у вловлюючий бункер (5) для збору необроблених фрагментів. Ступінь уловлювання цих шматочків можна регулювати за допомогою козирка.

Волокна падають на відповідний транспортер (23) завдяки повітряному потоку, який створюється обертанням штифтового барабана (4). Потім вони всмоктуються через отвір перфорованого барабана (6). Повітря та пил відсмоктуються з перфорованого барабана повітродувкою через повітропровід.

Волокниста маса знімається з поверхні перфорованого барабана знімним роликком, після чого вона падає на розвантажувальний транспортер і виводиться з машини.

Ступінь обробки клаптя залежить головним чином від кількості ударів штифтів на одиницю загальної маси, що надходить у машину, а також від сили цих ударів. Кількість штифтів можна змінювати залежно від кількості смуг штифтів, що покривають поверхню барабана. Сила ударів змінюється залежно від швидкості обертання барабана.

Чим вища швидкість барабана, тим сильніші удари штифтів. Чим щільніший клапоть, тим більше ударів штифтів і тим сильнішими вони повинні бути.

Правильний підбір плиток за кількістю штифтів на них також є важливим для якості обробки. Для обробки клаптя різної щільності використовують плитки з різним кроком і різним діаметром штифтів. Для обробки товстого та щільного клаптя використовують дошки з низькими номерами (№ 5, 6, 7), а для тонкого та м'якого клаптя – дошки з високими номерами (№ 8, 9, 10 і вище).

Нумерація штифтів визначається їх товщиною та наведена у таблиці 2.1. Щільність встановлення штифтів у дошці залежить від її товщини. Дошки виготовлені з особливо міцної деревини, поверхня якої покрита тонким шаром емалі. Для підвищення міцності планок на кінцях барабана на планки надягають обручі, які попередньо нагріваються, потім щільно набиваються на планки.

Після зміцнення планок балансується сам барабан.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 2.1 – Нумерація кілочків

Номер кілочка	Товщина мм	Номер кілочка	Товщина мм	Номер кілочка	Товщина мм	Номер кілочка	Товщина мм
1	7.62	6	5.15	11	3.04	16	1.65
2	7.21	7	4.57	12	2.76	17	1.47
3	6.57	8	4.19	13	2.41	18	1.08
4	6.04	9	3.75	14	2.10	19	1.06
5	5.58	10	3.4	15	1.82	20	0,86

Таблиця 2.2 – Найчастіше використовувані набори штифтів для формування клаптя

Номер кілочка	Кількість кілочків у планці	Довжина кілочка мм	Номер кілочка	Кількість кілочків у планці	Довжина кілочка мм
3	60	52	7	161	48
5	115	50	8	184	48
6	138	50	9	204	48

Для ефективної обробки текстильних відходів на щипцевій машині, штифти повинні бути гострими з усіх боків. Зазвичай та сторона штифта, яка безпосередньо контактує з матеріалом, швидко зношується, тоді як інша сторона залишається гострою.

Через певний час барабани перевертають, щоб гостріші краї штифтів стали робочими. Коли й ця сторона затуплюється, для заточування штифтів використовують брусок, який встановлюється на опорі, закріпленій на станині машини. Ця опора з бруском переміщується по всій ширині обертового барабана, заточуючи та вирівнюючи поверхню штифтів.

Процес запуску установки відбувається таким чином: для розгону інерційного штифтового барабана, хоча й потрібен електродвигун з підвищеним пусковим моментом, використовується загальнопромисловий двигун. Тому механізм перемикання режимів роботи установки спочатку відключає всі

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

допоміжні агрегати (завантаження, розвантаження) і переводить ремінь на холостий шків. Приводний ремінь розкручує дробильний штифтовий барабан, який через плоскоременну передачу приводить у дію як розвантажувальний конвеєр, так і розділовий вал механізму перемикання режимів роботи, при цьому ремінь залишається на холостому шківі. Після розгону штифтового барабана ремінь за допомогою рукоятки (9) перекладається на робочий шків, і таким чином активується силова частина пристрою. Матеріал подається транспортером на подавальний ролик. У випадку перевантаження дробильного барабана, намотування відходів на подавальні ролики, або для швидкої зупинки пристрою при поломці, рукоятка (6) переводить стрічку на реверсивний шків, і засувка усувається. На холостому шківі машина зупиняється, і несправність усувається.

2.2 Розрахунок потужності приводу

На поверхні шліфувального барабана є штифти. Їх 20 в одному ряду. Якщо припустити, що всі 20 штифтів контактують з матеріалом, то при обробці клаптя на кожен зуб діятиме сила 40 Н. Тоді сила, що діє на штифти барабана, а також на сам барабан, дорівнюватиме:

$$F_{\kappa. б} = F \cdot t = 20,0 \cdot 4 \cdot 9,80 = 784,0 \text{ (Н)} \quad (2.1)$$

де: F - сила, що діє на кожен зуб; t - кількість штифтів;

Для нормального розвитку закрилків необхідна окружна швидкість барабана становить:

$$V_{б} = 20,0 \dots 30,0 \text{ м / с} \quad (2.2)$$

Тоді потужність на виході валу штифтового барабана дорівнюватиме:

$$P_{вих} = F \cdot t \cdot V / 1000,0 = 784,0 \cdot 22 / 1000,0 = 17,2480 \text{ (кВт)} \quad (2.3)$$

Втрата енергії відбувається у наступних вузлах:

- опори валу приводу барабана

$$p_{оп} = 0,990$$

- Ремінна передача.

$$p_p = 0,950$$

- На приводі механізованого розвантажувального конвеєра.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = 0,850$$

Загальні втрати становлять:

$$p_{\text{заг}} = 0,990 \cdot 0,950 \cdot 0,850 = 0,7990$$

Потужність, необхідна електродвигуну

$$P_{\text{тн. вим}} = R_{\text{вих}} / r_{\text{total}} = 17,2480 / 0,7990 = 2158,0 \text{ (кВт)} \quad (2,4)$$

Швидкість обертання валу барабана

$$n_b = 6,0 \cdot 10^4 \cdot V / P_{\text{об}} = 6,0 \cdot 10^4 \cdot 22,0 / 3,14 \cdot 600,0 = 840,0 \text{ (об/хв)} \quad (2,5)$$

Швидкість обертання валу двигуна

$$n_{\text{ел}} = n_b \cdot U_p = 840,0 \cdot 1,50 = 1260,50 \text{ (об/хв)} \quad (2,6)$$

Вибір електродвигуна

4А 180S4 версія ЛМ 1081

$$R = 22,0 \text{ кВт}, n = 1470,0 \text{ об/хв.}$$

2.3 Кінематичний розрахунок

Для розрахунку напряду передачі двигуна відправною точкою буде електродвигун.

Визначимо передатне відношення підвищує передачі 13 з урахуванням прослизання, через яке обертання цапфового барабана 12 передається робочому колесу 9.

$$U_{\text{кр}} = n_{\text{ел}} / n_{\text{об}} (1-9) \quad (2,7)$$

$$\frac{1470,0}{935,70 \cdot (1 - 0,010)} = 1,5710$$

де $f = 0,01$ - Коефіцієнт ковзання.

Визначимо передатне відношення клинопасового приводу робочого колеса 10.

$$U_k = n_{\text{vb}} / n_k = 935,7 / 467,850 = 2,0 \quad (2,8)$$

Визначимо передатне відношення плоскочасної передачі 42.

$$U_{\text{пр}} = n_{\text{об}} / n_{\text{ер}} = 935,70 / 263,570 = 3,550 \quad (2,9)$$

Визначимо передатне відношення плоскочасної передачі 43 приводного механізму перемикування режимів роботи пристрою.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

повинна бути більша, ніж при робочому ході, виходить $n_6 = 13,18180$ (об /хв).

Рух передається по ланцюгу наступними зубчастими колінами:

61 - 60 → 53 → 52 → 54 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6

Загальне передатне відношення:

$$U_{\text{всього}} = n_{\text{вх}} / n_6 = 185,60 / 13,18180 = 14,080$$

Давайте розберемо загальне передатне відношення між ступеннями:

для коліс: 60 → 53 - передатне відношення $I_{60,53} = 0,80$

$$52 \rightarrow 54 : U_{52,54} = 1$$

$$1 \rightarrow 2 : i_{1,2} = 2,0$$

$$3 \rightarrow 4 : U_{3,4} = 2,0$$

$$5 \rightarrow 6 : U_{5,6} = 4,40$$

Швидкість валу шестерні:

$$n_{53,52} = 185,6 / 0,8 = 232,0 \text{ (об /хв)}$$

$$n_{54,1} = 232,0 / 1,0 = 232,0 \text{ (об /хв)}$$

$$n_{2,3} = 232,0 / 2,0 = 116,0 \text{ (об /хв)}$$

$$n_{4,5} = 116,0 / 2,0 = 58,0 \text{ (об /хв)}$$

$$n_6 = 58,0 / 4,4 = 13,18180 \text{ (об /хв)}$$

Конвеєр, що подає, наводиться в рух наступними зірочками з ланцюгом

6 → 48 → 57 → 56

Для узгодженої роботи приймальних роликів і конвеєра, що подає, необхідно, щоб окружна швидкість приймальних роликів і подає конвеєра була однаковою.

З цього випливає, що $v_{\text{окр тр}} = 0,019320$ м/с, частота обертання валу конвеєра

$$n_{\text{вх тр}} = 6,0 \cdot 10^4 \cdot 0,01932,0 / 3,14 \cdot 50,0 = 7,380 \text{ (об / хв)}$$

Загальне передатне відношення у цьому ланцюзі становить:

$$U_{\text{загальне}} = n_{\text{вх}} / n_{\text{вх}} = 10,5450 / 7,380 = 1,42U$$

Давайте розберемо загальне передатне відношення між ступеннями:

для коліс: 48 → 57 : $U_{48,57} = 1,0$

$$57 \rightarrow 56 : U_{57,56} = 1,430$$

Швидкість валу:

$$n_{57} = 10,545 / 1,0 = 10,5450 \text{ (об /хв)}$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$n_{56} = 10,545 / 1,430 = 7,380 \text{ (об / хв)}$$

Верхній притискний ролик має ту ж окружну швидкість, що і нижній ролик, що призводить до:

$$n_{\text{верх}} = 0,019320 \text{ (м/с)}$$

$$n_{\text{вих про}} = 10,5450 \text{ (об / хв)}$$

Привід здійснюється наступними зубчастими колесами через ланцюг:

$$5 \rightarrow 58 \rightarrow 51 \rightarrow 49$$

$$U_{\text{всього}} = 46,40 / 10,5450 = 4,40$$

Давайте розберемо загальне передатне відношення між ступенями:

$$\text{для коліс: } 58 \rightarrow 51 : U_{58,51} = 1,0$$

$$51 \rightarrow 49 : U_{51,49} = 4,4$$

Швидкість валу:

$$n_{51} = 46,1 / 1 = 46,4 \text{ (об / хв)}$$

$$n_{49} = 46,1 / 4,4 = 10,545 \text{ (об / хв)}$$

Розвантажувальний конвеєр 27 наводиться в рух наступними зубчастими колесами через ланцюг:

$$32 \rightarrow 31 \rightarrow 30 \rightarrow 29 \rightarrow 28 \rightarrow 23 \rightarrow 22 \rightarrow 21 \rightarrow 38 \rightarrow 36$$

Швидкість розвантажувального конвеєра повинна бути вдвічі більша за швидкість завантажувального конвеєра, а діаметр $d_{\text{тр}} = 100$ ммтоді:

$$n_{\text{вих}} = 7,380 \text{ (об/хв)}$$

$$v_{\text{окр}} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 7,37}{6 \cdot 10^4} = 0,038640 \text{ (м/с)} \quad (2, 13)$$

Загальне передатне відношення:

$$U_{\text{всього}} = n_{\text{вх}} / n_{\text{вих}} = 263,57 / 7,38 = 35,71$$

Давайте розберемо загальне передатне відношення між сходами: для коліс:

$$32 \rightarrow 31 : U_{32,31} = 3$$

$$29 \rightarrow 23 : U_{29,23} = 2$$

$$28 \rightarrow 23 : U_{28,23} = 2$$

$$22 \rightarrow 21 : U_{22,21} = 3$$

$$38 \rightarrow 36 : U_{38,36} = 1$$

										КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							21

Швидкість обертання валу

$$n_{op} = 263,57 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{31,30} = 263,57/3 = 87,85 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{29,28} = 87,85/2 = 43,925 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{23,22} = 43,925/2 = 21,9625 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{21,38} = 21,9625/3 = 7,321 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{36} = 7,321/1 = 7,321 \text{ (об/хв)}$$

Уточнимо окружну швидкість розвантажувального конвеєра 27

$$v_{\pi} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 7,321}{6 \cdot 10^4} = 0,038330 \text{ (м/с)} \quad (2, 14)$$

Ролик 33 подається в рух наступними шестернями:

37 → 39

Так як колесо 37 має ту ж швидкість обертання, що і колесо 38, то для 37 → 39 передавальне відношення одно:

$$U_{37,39} = 1,0$$

Швидкість обертання валу $n_v = 7,3210$ (об/хв)

Для оптимальної роботи цього ролика 33 необхідно встановити окружну швидкість такої ж, як розвантажувального конвеєра, тоді діаметр ролика буде дорівнює:

$$D_{\text{вк}} = \frac{v_{\text{окр}} \cdot 6 \cdot 10^4}{\pi \cdot n_v} = \frac{0,03833 \cdot 6 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 7,321} = 100 \text{ (мм)} \quad (2, 15)$$

Перфорований барабан 16, який своєю поверхнею стосується розвантажувального конвеєра, рухається наступними передачами:

20 → 19 → 18 → 17

Вказуємо діаметр барабана:

$$d_6 = 350,0 \text{ мм}$$

На окружній швидкості

$v_b = 0,038330$ і діаметра барабана, швидкість валу барабана дорівнюватиме:

$$U_6 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 0,03833}{3,14 \cdot 350} = 2,09 \text{ (об / хв)} \quad (2, 16)$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне передатне відношення

$$U_{\text{всього}} = 7,321 / 2,009 = 3,50$$

Давайте розберемо загальне передатне відношення між ступенями:

для коліс:

$$20 \rightarrow 19 : U_{20,19} = 1,4$$

$$18 \rightarrow 17 : U_{18,17} = 2,5$$

Швидкість обертання валу

$$n_{19,18} = 7,321 / 1,4 = 5,23 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{17} = 5,23 / 2,5 = 2,09 \text{ (об/хв)}$$

2.4 Розрахунок числа зубів заданих зубчастих коліс

Як вихідне колесо візьмемо зубчасте колесо 59 і припустимо число зубів $Z=40$.

Тоді число зубів колеса дорівнює 54:

$$Z_{54} = Z_{59} \cdot U_{54,59} = 40 \cdot 1,0 = 40,0 \quad (2, 17)$$

- для зубчастого колеса 1, $Z_1=32$

$$\text{тоді } Z_2 = Z_1 \cdot U_{1,2} = 32 \cdot 2 = 64$$

- для зубчастого колеса 3, $Z_3=32$

$$\text{тоді } Z_4 = Z_3 \cdot U_{3,4} = 32 \cdot 2 = 64$$

- для зубчастого колеса 5, $Z_5=32$

$$\text{тоді } Z_6 = Z_5 \cdot U_{5,6} = 32 \cdot 4,4 = 140$$

- для зубчастого колеса 60, $Z_{60}=50$

$$\text{тоді } Z_{53} = Z_{60} \cdot U_{60,53} = 50 \cdot 0,8 = 40$$

- для зубчастих коліс 52,54, $Z_{52} = Z_{54} = 40$

- для зубчастого колеса 48, $Z_{48}=32$

$$\text{тоді } Z_{57} = Z_{48} \cdot U_{57,48} = 32 \cdot 1,2 = 38$$

$$\text{і } Z_{56} = Z_{57} \cdot U_{56,57} = 38 \cdot 1,5 = 57$$

- для зубчастого колеса 32, $Z_{32}=32$

$$\text{тоді } Z_{31} = Z_{32} \cdot U_{31,32} = 32 \cdot 3 = 96$$

										КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							23

$L_n = 180\,000,0 - 10\,000,0$ - розрахункова довжина, мм на рівні нижньої лінії

$ВЛ = L_n - L_e = 59,0$ (мм)

$d_{min} = 180,0$ мм- Мінімальний діаметр меншого шківa

L_{in} - внутрішня довжина ремня

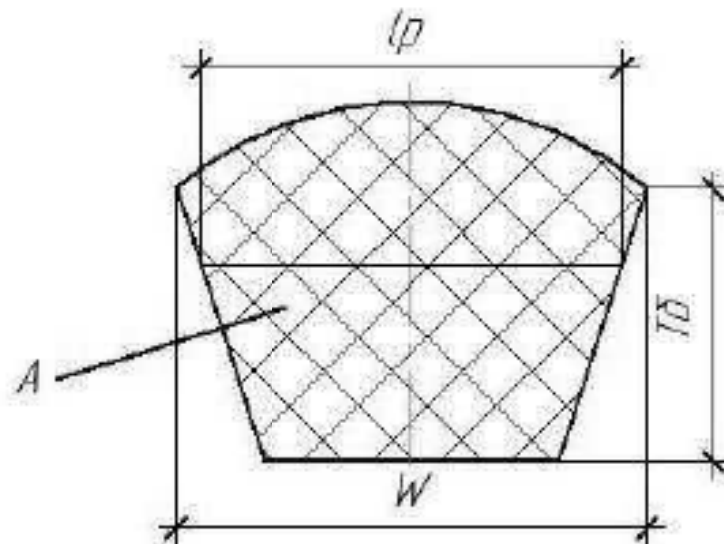


Рисунок 2.1- Поперечний переріз клинового ремня

2. Визначення діаметра шківa.

Для збільшення терміну служби трансмісії встановимо менший шків із розрахунковим значенням діаметра, виходячи з умови:

$$d_n \geq d_{xв}$$

із стандартного ряду. Найближчий шків з діаметром $d_1 = 180,0$ мм

Діаметр приводного шківa:

$$d_2 = i d_1 = 1,50 \cdot 180,0 = 270,0 \text{ (мм)} \quad (2, 18)$$

найближче значення $d_2 = 280,0$ мм

3. Уточнюємо передатне відношення з розрахунком відносного

$$i = \frac{d_2}{d \cdot (1 - S)} = \frac{280}{180 \cdot (1 - 0,01)} = 1,571 \quad (2, 19)$$

де: $S = 0,010$ - коефіцієнт

4. Визначити міжосьову відстань

$$a_{min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_o = 0,55 \cdot (180 + 280) + 13,5 = 266,5 \text{ (мм)} \quad (2, 20)$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

де: T_0 - Висота пояса

$$d_{\min} = d_1 + d_2 = 180,0 + 280,0 = 460,0 \text{ (мм)} \quad (2,21)$$

Виходячи з умов проектування, ми приймаємо міжцентрову відстань у межах

$$a = 1 \div 1,50 \text{ м}$$

5. Визначити передбачувану довжину ременів.

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 1\,200,0 + \frac{3,14}{2} \times \\ \times (180,0 + 280,0) + \frac{(280,0 - 180,0)^2}{4 \cdot 1\,200,0} = 3\,124,650 \text{ (мм)}$$

Стандартне значення $L_p = 3\,150,0 \text{ мм}$

6. Вкажіть колісну базу

$$a = 0,25 \left[(L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2 - 8y} \right] \quad (2,23)$$

$$\text{де: } W = 0,5\pi \cdot (d_1 + d_2) = 0,50 \cdot 3,14 \cdot (180,0 + 280,0) = 722,560 \text{ (мм)} \quad (2,24)$$

$$y = \frac{(d_2 - d_1)^2}{2} = \frac{(280 - 180)^2}{2} = 50^2 \text{ (мм}^2\text{)} \quad (2,25)$$

тоді міжосьова відстань буде:

$$a = 0,250 \left[(3\,150 - 722,560) + \sqrt{(3\,150,0 - 722,560)^2 - 8,0 \cdot 50,0^2} \right] = \\ = 1212,68 \text{ (мм)}$$

7. Для встановлення та заміни ременів приймаємо зменшення a на 2%, тонше на , а для компенсації 24,0 мм визначаємо збільшення на 5,50%, тонше на $0,0550 \cdot 1\,212,0 = 66,60 \text{ (мм)}$. a

8. Визначте кут захвату ременя такого шківа.

$$L_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{280 - 180}{1212} = 175,3^\circ \quad (2,26)$$

9. Визначаємо коефіцієнти кута охоплення, $t = 0,990$

довжина ременя $C_i = 0,970$

режим роботи $Z_p = 1,10$

кількість ременів при $Z = 3,0$, $C_z = 0,950$

10. Ми знаходимо:

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

потужність P_o :

для ременя B з розрахунковою довжиною

$L_p = 3150,0$ мм при $i = 1,50$, $d = 180,0$ мм і $n = 1460$ об/хв має $P_o = 8,570$ кВт

11. Визначити проектну потужність

$$P_p = P_o \cdot \frac{C_t \cdot C_i}{C_p} = 8,570 \frac{0,990 \cdot 0,970}{1,1} = 7,480 \quad (2, 27)$$

12. Визначити швидкість ременів

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot in}{60,0} = \frac{3,14 \cdot 0,180 \cdot 1460}{60,0} = 13,760 \quad (2, 28)$$

13. Визначити кількість ременів

$$Z = \frac{P}{P_p \cdot C_z} = \frac{22}{7,48 \cdot 0,95} = 3,0 \quad (2, 29)$$

14. Визначити натяг кожної гілки.

$$S_o = \frac{850 \cdot P \cdot C_2 \cdot C_t}{Z \cdot v \cdot C_z} + \theta \cdot v^2 = \frac{850 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 0,97}{3,0 \cdot 13,760 \cdot 0,990} + 0,30 \cdot 13,760^2 = 545,0 \quad (2, 30)$$

де: θ – коефіцієнт посилення впливу центру обертання сил

$$\theta = 0,30$$

15. Сила, що діє на вал

$$\Gamma_k = 2 \cdot S_o \cdot Z \cdot \sin \frac{l}{2} = 2 \cdot 545 \cdot 3 \cdot \sin \frac{175,3}{2} = 3267,5 \text{ (Н)} \quad (2, 31)$$

За ГОСТ 1284.1-80 - ГОСТ 1284.3-80 вибираємо ремінь В-1350Ш

2.6 Розрахунок плоскопасової передачі

Вихідні дані розрахунку

Потужність, що передається $P_n = 0,150 \cdot 22,0 = 3,30$ кВт

де 0,15 - коефіцієнт, що враховує потужність, що споживається електродвигуном на привід допоміжних агрегатів машини.

Частота обертання ведучого валу шківів $n = 935,70$ об/хв, передатне

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

відношення $i=3,50$, розташування шестерень під кутом $\theta = 30,0^\circ$

1. Визначити оптимальне значення діаметра приводного шківа.

$$d_1 = 60,0 \cdot \sqrt[3]{T} = 60,0 \cdot \sqrt[3]{33.680} = 193,0 \text{ (мм)} \quad (2, 32)$$

$$\text{де: } T_1 = P / W_1 = 3\,300 / 97,980 = 33,680 \text{ (Гм)}$$

де: W_1 - Кутова швидкість валу

$$W_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 935,7}{30} = 97,98 \text{ (об / хв)} \quad (2, 33)$$

Вибираємо стандартне значення діаметра приводного шківа

$$d_1 = 125,0 \text{ мм}$$

2. Діаметр приводного шківа

$$d_1 = i \cdot d_2 = 3,5 \cdot 125,0 = 437,50 \text{ (мм)} \quad (2, 34)$$

вибираємо стандартне значення діаметра ведучого шківа $d_2 = 440,0$ мм

3. Ми вказуємо передатне відношення, припускаючи, що коефіцієнт ковзання $S = 0,010$.

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - 0,010)} = \frac{440,0}{125,0 \cdot (1 - 0,01)} = 3,550 \quad (2, 35)$$

Різниця при заданому передавальному числі:

$$\Delta i = \frac{3,5 - 3,55}{3,5} = 100 = 1,5\% < 3\% \quad (2, 36)$$

Швидкість приводного валу

$$n_{\text{про}} = n_{60} / i = 935,70 / 3,550 = 263,570 \text{ (об / хв)} \quad (2, 37)$$

4. Визначте оптимальне значення за такою формулою:

$$a = 2 \cdot (d_2 + d_1) = 2,0 \cdot (125,0 + 440,0) = 1\,130,0 \quad (2, 38)$$

Виходячи з конструктивних особливостей машини, приймаємо колісну базу:

$$a = 1\,470,0 \text{ мм.}$$

5. Кут меншого шківа

$$\angle_1 = 180 - 60,0 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60,0 \frac{440,0 - 125,0}{1\,470} = 167,0^\circ \quad (2, 39)$$

6. Швидкість стрічки

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.1250 \cdot 935.70}{60,0} = 6.1240 \quad (2, 40)$$

7. Сила тяги по всій ширині стрічки

$$F_{tn} = \frac{P}{V} = \frac{3300,0}{6.1240} = 538.80 = 540,0 \quad (2, 41)$$

8. Визначимо коефіцієнти, необхідні для подальшої роботи:

C_{\angle} - Коефіцієнт, що враховує вплив кута меншого шківів;

$$C_{\angle} = 1 - 0,0030 \cdot (180 - \angle) = 1 - 0,0030 \cdot (180,0 - 167,0) = 0,9610 \quad (2, 42)$$

де: \angle – кут обхвату меншого шківів

C_v - коефіцієнт, що враховує вплив (кола меншого шківів) швидкості ременя

$$C_v = 1,040 \cdot 0,00040 \cdot V^2 = 1,040 \cdot 0,00040 \cdot 6,1240^2 = 1,0250 \quad (2, 43)$$

де: V – швидкість ременя

C_p - коефіцієнт, що враховує вплив режиму роботи

$$C_p = 0,90$$

C_{θ} - коефіцієнт, що враховує розміщення передачі при $\theta < 60,0^\circ$

$$C_{\theta} = 1,0$$

9. Для ременів із тканини В- 800 максимально допустимі навантаження на прокладки на одиницю ширини ременя складають

$$P_o = 3,0 \text{ Н/мм}$$

Розрахункове допустиме навантаження:

$$[P] = P_o \cdot C_{\angle} \cdot C_v \cdot C_{\theta} \cdot C_p = 0,9610 \cdot 3 \cdot 1,0250 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,660 \text{ (Н/ мм)} \quad (2, 44)$$

10. Попередня кількість прокладок розрахункового пояса з умови товщини пояса b повинна бути не більшою за d 140,0.

$$b_l \leq 125,0 / 40,0 < 3,1250$$

Так як товщина прокладки ременя з бавовняної тканини В-800 дорівнює 1 мм, то кількість прокладок не повинна перевищувати:

$$Z = b / l = 3,120 / 1 = 3,120 \sim 3 \quad (2, 45)$$

11. Визначити необхідну ширину стрічки за $Z = 3,0$

										КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							29

$$b = F_1 / Z [p] = 540 / 3 \cdot 2,660 = 65,0 \text{ (мм)} \quad (2,46)$$

де: [p] – розрахункове припустиме навантаження.

Найближче значення по Г О С Т 2 3 831- 79 $b = 71,0$

2.7 Розрахунок моментів на обертових валах

1. Крутний момент на валу двигуна

$$T_{еп} = 9550,0 R_{еп} / n_{еп} = 9\,550,0^{22} / 1470,0 = 142,9 \text{ (Н/м)} \quad (2,47)$$

де: $R_{еп} = 22,0$ кВт - потужність електродвигуна

$n_{еп} = 1470,0$ об/хв – частота обертання валу

2. Увімкніть вал барабана.

$$T_б = T_{еп} \cdot U_{п} \cdot Z_{п} = 142,90 \cdot 1,5710 \cdot 0,950 = 213,30 \text{ (Н/м)} \quad (2,48)$$

де: $U_{п}$ - ККД клинопасової передачі

$$U_{п} = 0,950$$

3. Крутний момент на валу барабана для клинопасової передачі

$$T_{м} = 0,5 \cdot F_t \cdot D_m = 0,5 \cdot 540,0 \cdot 1,1230 = 303,675 \text{ (Н/м)} \quad (2,49)$$

де: D_m – діаметр провідного шків

2.8 Розрахунок вала барабана

1. Визначити діаметр валу.

$$d_b > \ell \sqrt[3]{T}$$

де: ℓ - Коефіцієнт, що враховує призначення валу

$$\ell = 7 \dots 8$$

$$d_b > (7 \dots 8) \sqrt[3]{213,30} = (41,0 \dots 47,0) \text{ мм}$$

2. Відстань між опорою підшипника та шківом клинового ремня $a = 8$ мм

3. Окружна швидкість валу

$$V = \frac{n \cdot d_b \cdot \pi}{60} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 936,3}{60} = 2,2 \text{ (м/с)} \quad (2,50)$$

Спочатку вибираємо підшипники середньої серії, радіальні, однорядні, кулькові: $d = 45,0$ мм, $L = 100,0$ мм, $H = 25,0$ мм.

Глибина посадкового місця підшипника: $p = 1,50 \cdot V = 1,50 \cdot 2,2 = 3,30$ (мм)

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

Товщина кришки підшипника

$$g = 7,0 \text{ мм}$$

діаметр болтів кришки $d = 10,0 \text{ мм}$,

кількість болтів $n = 6,0 \text{ шт.}$

2.9 Розташування валу

Також визначаємо геометричні параметри шківів клинопасової передачі для визначення відстані між опорами. Для цього використовуємо дані.

середня ширина ремня $l_p = 19,0 \text{ мм}$

відстань $\phi = 17,0 \text{ мм}$

крок ремня $l = 25,50 \text{ мм}$

відстань від краю шківа до середини

$$f + l = 17,0 + 25,50 = 42,50 \text{ (мм)}$$

ширина шківа $B = 42,50 \cdot 25,0 \text{ (мм)}$

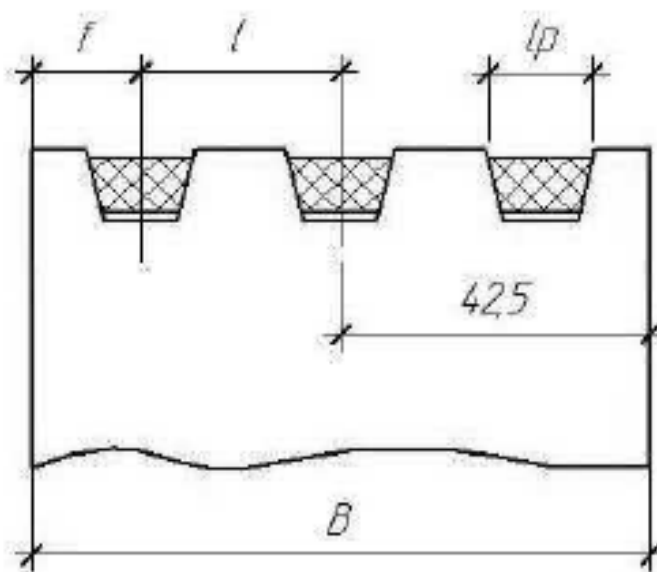


Рисунок 2.2- Геометричні параметри шківа.

Ширина посадкового валу під шків складе 100 мм. Вихідний кінець валу з боку клинопасової передачі від електродвигуна до валу колкового барабана показаний на рис. 2.3. Розміри взяті з рекомендації ([13])

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

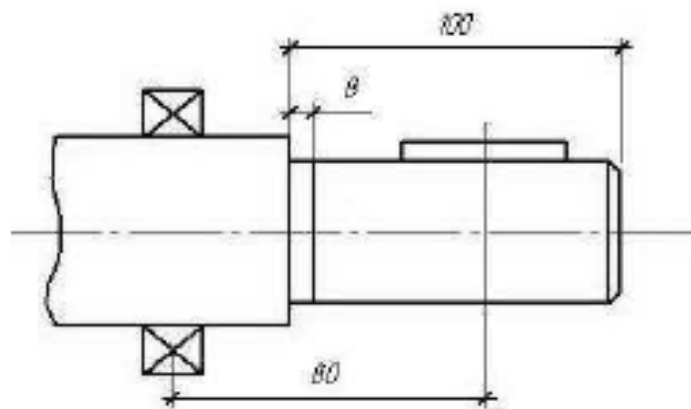


Рисунок 2.3- Вихідний кінець валу штифтового барабана з боку електродвигуна.

Вихідний кінець валу штифтового барабана з приводу інших механізмів показаний на рис. 2.4. Розміри взято з рекомендації ([2]).

Розміри вибираються з конструктивних особливостей машини.

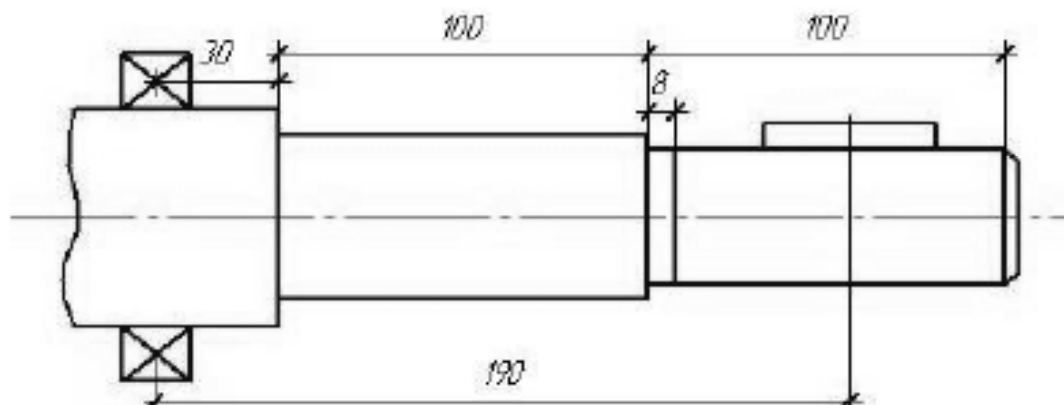


Рис.2.4- Вихідний кінець валу.

Сила, що діє на вал у разі розвитку закрilка з боку штифтів, розташованих на барабані, розподіляється на окружну силу F_t і радіальну силу F_r .

$F_t = 784,0 \text{ Н}$ – з розрахунку (див. стор. ПЗ)

$$F_r = F_t \cdot \tan \angle = 784,0 \cdot \tan 20,0^\circ = 285,0 \text{ (Н)} \quad (2, 51)$$

де: $\angle = 20^\circ$, кут контакту матеріалу з верхньою частиною штифтів.

Сила натягу клинових ременів з боку двигуна

$F_k = 3\,267,50 \text{ Н}$ – за розрахунком (див. програму)

Сила натягу колкових ременів, що діє на вал барабана колкового з боку

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ				

механізму.

$$F_M = 2 \cdot F_o \cdot \sin \frac{\angle_1}{2} = 2,0 \cdot 540,0 \quad (2.52)$$

де: \angle_1 - Кут зачеплення малого шківів

Моменти на валу барабана

$$T_1 = 213,30 \text{ (Нм)}, T_2 = 33,7750 \text{ (Нм)}$$

1. Визначення опорної реакції у площині ху

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,080 + F_k \cdot 0,240 - R_{By} \cdot (0,240 + 0,240) + F_n \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,240 + 0,240 + 0,190 = 0 \quad (2.53)$$

$$R_{By} = \frac{F_k \cdot 0,24 - F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 + F_n \cdot \cos 60^\circ \cdot (0,24 + 0,19)}{0,24 + 0,24} =$$
$$= \frac{7,84 \cdot 0,24 - 3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 + 107,3 \cdot \cos 60^\circ \cdot (0,24 + 0,19)}{0,24 + 0,24} =$$
$$= 755,8 \text{ (Н)} \quad (2.54)$$

$$\Sigma M_B = 0,0$$

$$F_{до} \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + F_T \cdot 0,24 - F_n \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,19 = 0 \quad (2.55)$$

$$R_{\Phi} = \frac{F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + F_T \cdot 0,24 - F_n \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,19}{2 \cdot 0,24} =$$
$$= \frac{3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + 7,84 \cdot 0,24 - 107,3 \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,19}{2 \cdot 0,24} =$$
$$= 2874,7 \text{ (Н)} \quad (2.56)$$

Аудит:

$$- \Phi_{до} \cdot \cos 45^\circ + R_{Ay} - \Phi_T + R_{By} - \Phi_n \cdot \cos 60^\circ = 0$$
$$- 3267 \cdot \cos 45^\circ + 2874,7 - 784 + 755,84 - 107,3 \cdot \cos 60^\circ = 0 \quad (2.57)$$

2. Визначення згинальних моментів, що діють на вал колкового барабана у вертикальній площині

$$M_{Iy} = 0$$

$$M_{IIy} = - F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 = - 3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 = - 184,8 \text{ (Нм)}$$

$$M_{IIIy} = - F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24) + R_{Ay} \cdot 0,24 = - 3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24) + \quad (2.58)$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$M_{IVu} = -F_n \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,19 = -1073 \cdot \cos 60^\circ \cdot 0,19 = -101,93 (\text{Нм})$$

$$M_{Vy} = 0 \quad (2, 60)$$

3. Визначення опорних реакцій у площині XZ (горизонтальної)

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 + F_r \cdot 0,24 - R_{BZ} \cdot (0,24 + 0,24) + F_n \cdot \cos 30^\circ \cdot (0,24 \cdot 2 + 0,19) = 0 \quad (2, 61)$$

$$R_{BZ} = \frac{-F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 + F_r \cdot 0,24 + F_n \cdot \cos 30^\circ \cdot (0,24 \cdot 2 + 0,19)}{0,24 \cdot 2} =$$

$$= 1054,5 (\text{Н}) \quad (2, 62)$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + R_{AZ} \cdot 0,24 \cdot 2 - F_r \cdot 0,24 + F_n \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,19 = 0 \quad (2, 63)$$

$$R_{AZ} = \frac{F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + F_r \cdot 0,24 - F_n \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,19}{0,24 \cdot 2} =$$

$$= \frac{3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24 \cdot 2) + 285 \cdot 0,24 - 1073 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,19}{0,48} =$$

$$= 2469,8 (\text{Н}) \quad (2, 64)$$

Аудит:

$$\Sigma \Phi_{K3} = 0$$

$$-F_k \cdot \cos 45^\circ + R_{AZ} - F_r + R_{BZ} - F_n \cdot \cos 30^\circ = 0$$

$$-3267 \cdot \cos 45^\circ + 2469,8 - 285 + 1054,5 - 1073 \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad (2, 65)$$

4. Згинальні моменти в площині XZ

$$M_3 = 0$$

$$M_{IIz} = -F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 = -3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,08 = -184,8 (\text{Нм}) \quad (2, 66)$$

$$M_{IIIz} = -F_k \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24) + R_{AZ} \cdot 0,24 = -3267 \cdot \cos 45^\circ \cdot (0,08 + 0,24)$$

$$M_{IVz} = -F_n \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,19 = -1073 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0,19 = -176,5 (\text{Нм}) \quad (2, 68)$$

$$M_{Bz} = 0$$

5. Сумарні згинальні моменти

$$M_I = 0$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$M_{II} = \sqrt{M_{II^2y} + M_{II^2z}} = \sqrt{(-184,8)^2 + (-184,8)^2} = 261,3(\text{Н.м})$$

$$M_{III} = \sqrt{M_{III^2y} + M_{III^2z}} = \sqrt{(-49,3)^2 + (-146,48)^2} = 154,55(\text{Н.м})$$

$$M_{IV} = \sqrt{M_{IV^2y} + M_{IV^2z}} = \sqrt{(-101,93)^2 + (-176,55)^2} = 203,86(\text{Н.м}) \quad (2, 69)$$

$$M_B = 0$$

6. Крутний момент на валу барабана

$$T_1 = T_B = 213,30 \text{ Нм}$$

$$T_2 = T_{Bp} = 33,7750 \text{ Нм}$$

7. Еквівалентні моменти на валу

$$M_{Ie} = T_B = 213,30 \text{ Нм}$$

$$M_{II} = \sqrt{M_{II^2} + T_{E^2}} = \sqrt{261,3^2 + 213,3^2} = 337,3(\text{Н.м})$$

$$M_{III} = \sqrt{M_{III^2} + T_{E^2}} = \sqrt{154,55^2 + 213,3^2} = 263,4(\text{Н.м})$$

$$M_{IV} = \sqrt{M_{IV^2} + T_{E^2}} = \sqrt{203,86^2 + 33,775^2} = 206,6(\text{Н.м})$$

$$M_{Ve} = \sqrt{M_{V^2} + T_{E^2}} = 33,775(\text{Н.м}) \quad (2, 70)$$

2.10 Розробка конструкції вала

Як матеріал вала вибираємо сталь 45, з межею міцності $\delta = 610,0 \text{ МПа}$ і $[\delta_1] = 55,0 \text{ МПа}$ ([3]).

Діаметри перерізів вала.

У місці розташування шківів клинопасової передачі

$$d_I = \sqrt[3]{\frac{M_{eI}}{0,1[\delta_1]}} = \sqrt[3]{\frac{213,3 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 33,8(\text{мм}) \quad (2, 71)$$

На місці приземлення барабана

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

M_{eII} по опору буде приблизно дорівнює

Посадкове місце підшипника M_{eII}

$$d_{II} = \sqrt[3]{\frac{M_{eII}}{0,1[\delta_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{337,3 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 39,4(\text{мм}) \quad (2.72)$$

У гнізді підшипника

$$d_{IV} = \sqrt[3]{\frac{M_{eIV}}{0,1[\delta_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{33,775 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 18,3(\text{мм}) \quad (2.73)$$

Потім на підставі розрахунків приймаємо остаточні значення діаметрів згідно ([3]).

Діаметр вихідного кінця валу для клинопасової передачі

$$d_K = 36,0 \text{ мм}$$

Діаметр перехідного перерізу від d_K до d_n

$$d_{KN} = 1,10 \cdot d_{dO} = 36,0 \cdot 1,050 = 38,0 \text{ (мм)}$$

Діаметр посадкового місця підшипника

$$d_n = 40,0 \text{ мм}$$

Діаметр перехідного перерізу від d_n до d_b

$$d_{nb} = 40,0 \cdot 1,10 = 44,0 \text{ (мм)}$$

Діаметр майданчика для посадки барабана

$$d_b = 40,0 \cdot 1,20 = 48,0 \text{ (мм)}$$

Діаметр фланця

$$d_n = 48,0 \cdot 1,20 = 58,0 \text{ (мм)}$$

Діаметр вихідного кінця для встановлення шківів під клинопасову передачу

$$d_{KH} = 28,0 : 1,1 = 30,80 \approx 32,0 \text{ (мм)} \quad (2.74)$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.11 Перевірка розрахунку міцності валу

Загальний коефіцієнт безпеки

$$S = \frac{S_\delta \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\delta^2 + S_\tau^2}} \geq [S] \quad ([3])$$

де: S_δ, S_τ – коефіцієнти запасу за нормою.

δ, τ – відповідно нормальна напруга в поперечному перерізі

$$\delta = \frac{M}{W}; \quad \tau = \frac{T}{W_p},$$

де: M і T – згинальний і крутний момент у перерізі

W і W_p – осьовий та поперечний моменти реакції.

$$S_\delta = \frac{\delta_{-1}}{K_\delta / (\epsilon_n - \epsilon_\delta) \cdot \delta}; \quad S_\tau = \frac{2\tau_{-1}}{K_\tau / [(\epsilon_n \cdot \epsilon_\tau) + \psi] \cdot \tau}$$

де: δ_{-1}, τ_{-1} – межі витривалості матеріалу валу

K_δ, K_τ – ефективні коефіцієнти, що враховують концентрацію напруг

ϵ_n – коефіцієнт якості поверхні

$\epsilon_\delta, \epsilon_\tau$ – масштабні фактори

ψ – коефіцієнт, що враховує вплив асиметрії диска на міцність

$[S]$ – допустима межа експозиції

$$[S] = 1,3/2 \quad ([3])$$

Матеріал валу – сталь 45 з межею плинності $B = 610,0$ МПа ([4])

$$\delta_{-1} = 380,0 \text{ мПа}; \quad \tau_{-1} = 230,0 \text{ мПа}$$

$$\psi = 0,050$$

1. Посадкове місце під шків клинового ременя (Розділ II).

Розміри паза шпонки згідно [Т S E V 189 -75] наступні:

$$d_k = 36,0 \text{ мм} – \text{діаметр валу}$$

$$b = 10,0 \text{ мм} – \text{ширина ключа}$$

$$t = 5,0 \text{ мм} – \text{глибина шпонкового паза}$$

									КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						37

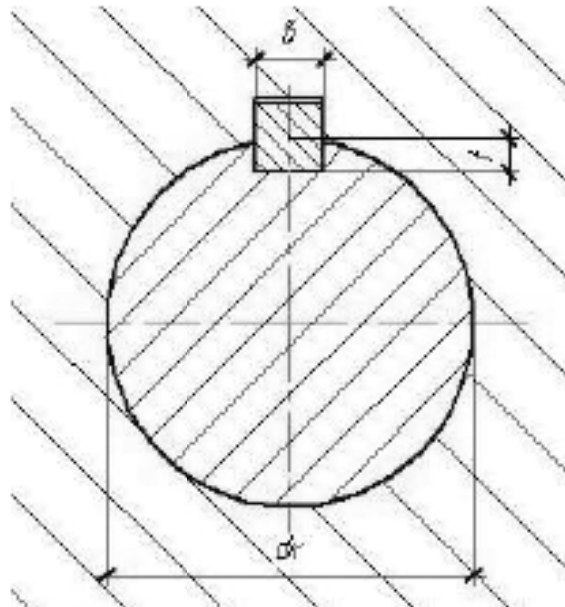


Рисунок 2.5- Шпонкове з'єднання валу з маточницею.

Моменти опору

$$W = \frac{\pi d^3 k}{32} - \frac{bt \cdot (dk - t)^2}{2dk} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 6^3}{32} - \frac{10 \cdot (5) \cdot (36 - 5)^2}{2 \cdot 36} = 3913 (\text{мм}^3) \quad (2, 75)$$

$$W_p = \frac{\pi d^3 k}{16} - \frac{bt \cdot (dk - f)^2}{2dk} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 6^3}{16} - \frac{10 \cdot 5 \cdot (36 - 5)^2}{2 \cdot 36} = 8493 (\text{мм}^3) \quad (2, 76)$$

Напруга у поперечному перерізі

$$\delta = \frac{M_{III}}{W} = \frac{0}{3913} = 0 \quad (2, 77)$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{213,3 \cdot 10^3}{8493} = 25,11 (\text{МПа}) \quad (2, 78)$$

Поправочні коефіцієнти

$$= 1,5 ; \epsilon_n = 0,9250 ; \epsilon_\tau = 0,750$$

Запас міцності

$$S_\tau = \frac{2 \cdot 230}{1,5 / [(0,925 \cdot 0,75) + 0,05] \cdot 25,11} = 9,08 \quad (2, 79)$$

Загальний запас міцності у секції II

$$S = S_\tau = 9,08 > [S] = 1,3 \dots 2$$

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

2. Посадкове місце підшипника (секції II-II)

Концентрація напруг створюється з допомогою установки підшипника на вал
 $d_n=40,0$ мм.

Поправочні коефіцієнти ([3].)

$D_o = 2,40$; $\epsilon_n = 1,8$; $\epsilon_n = 1,0$ – при шліфуванні поверхні під підшипник.

$\epsilon_\delta = 0,880$; $\epsilon_\tau = 0,770$

Моменти опору

$$W = \frac{\pi d^3 n}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6283 (\text{мм}^3) \quad (2, 80)$$

$$W_p = \frac{\pi d^3 n}{16} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{16} = 12566 (\text{мм}^3) \quad (2, 81)$$

Напруга у поперечному перерізі

$$\delta = \frac{M_{IV}}{W} = \frac{261,3 \cdot 10^3}{6283} = 41,6 (\text{МПа}) \quad (2, 82)$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{213,3 \cdot 10^3}{12566} = 16,97 (\text{МПа}) \quad (2, 83)$$

Резерви міцності для секцій

$$S_\delta = \frac{380}{(2,4/0,88) \cdot 41,6} = 3,33 \quad (2, 84)$$

$$S_\tau = \frac{2 \cdot 230}{\left(\frac{1,8}{0,77} + 0,05\right) \cdot 16,97} = 11,35 \quad (2, 85)$$

Загальний запас міцності у секції II -II

$$S = \frac{3,33 \cdot 11,35}{\sqrt{3,33^2 + 11,35^2}} = \frac{37,8}{11,8} = 3,2 > [S] = 1,3 \dots 2 \quad (2, 86)$$

Міцність у перерізі II-II забезпечена

3. Поперечний переріз у точці переходу $d_n=40,0$ мм $d_w = 44,0$ мм Радіус галтелі концентратора напруг $r = 2$ мм

Для філе з пропорціями

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\frac{n}{\tau} = \frac{2}{2} = 1; \frac{n}{d_n} = \frac{2}{40} = 0,05$$

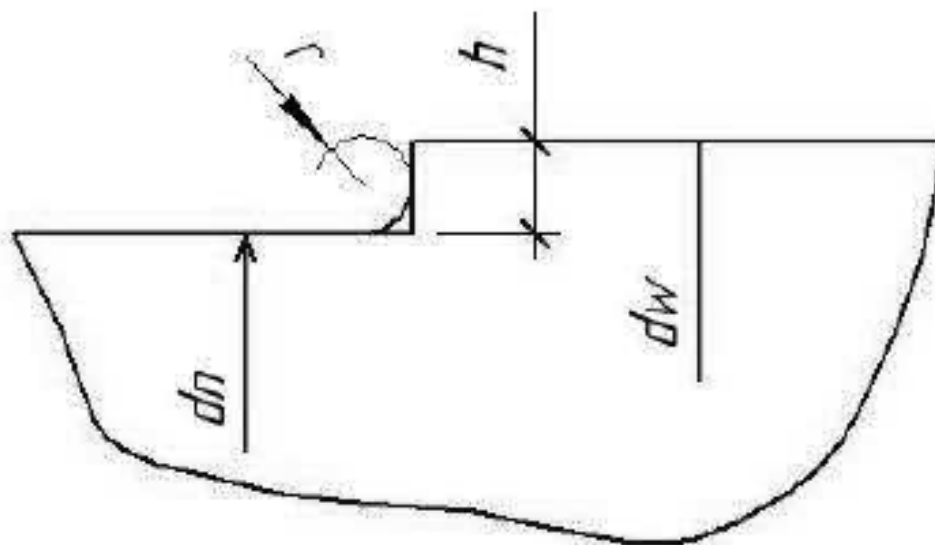


Рис.2.6 - Гаттель

Фактори концентрації напруг

$$D_o = 1,850 ; D_o \tau = 1,40$$

Масштабні коефіцієнти для $d_n = 40,0$ мм

$$\varepsilon \delta = 0,880; \varepsilon \tau = 0,720$$

Так як в аналізованому перерізі згинальний момент не збільшується, а зменшується, то приймаємо згинальний момент перерізу $M_{II} = 261,30$ Нм.

$$W = \frac{\pi d^3 n}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6283 (\text{мм}^3) \quad (2, 87)$$

$$W_p = \frac{\pi d^3 n}{16} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{16} = 12566 (\text{мм}^3) \quad (2, 88)$$

Напряга у поперечному перерізі

$$\delta = \frac{M_{IV}}{W} = \frac{261,3 \cdot 10^3}{6283} = 41,6 (\text{МПа}) \quad (2, 89)$$

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{213,3 \cdot 10^3}{12566} = 16,97 (\text{МПа}) \quad (2, 90)$$

Резерви міцності

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\sigma} = \frac{380}{\frac{1,85}{0,88} \cdot 41,6} = 4,37 \quad (2.91)$$

$$S_{\tau} = \frac{2 \cdot 230}{\left(\frac{1,4}{0,72} + 0,05\right) \cdot 16,97} = 13,59 \quad (2.92)$$

Загальний запас міцності

$$S = \frac{4 \cdot 34 \cdot 13,59}{\sqrt{4,34^2 + 13,59^2}} = 4,1 > [S] = 1,3 \dots 2 \quad (2.93)$$

Міцність перерізу забезпечена.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

3 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ

Експлуатація виробничих ліній часто призводить до травм, здебільшого під час ремонту та обслуговування. Це спричинено такими факторами, як недосконалий захист, неефективні системи видалення стружки, конструктивні недоліки конвеєрів тощо. Зокрема, операція зняття готових деталей з конвеєрів є небезпечною.

При проектуванні виробничих ліній необхідно дотримуватися правил охорони праці. Крім того, слід враховувати додаткові вимоги, характерні для конкретного випадку. Наприклад, керування автоматичною лінією має здійснюватися з центрального пульта. Проте це не виключає потреби у встановленні пускових пристроїв для окремих агрегатів, інтегрованих у лінію. Умови праці на пультах управління повинні повністю відповідати стандартам охорони праці для постійних робочих місць, включаючи якість повітря, освітлення, рівень шуму та вібрації. Важливо застосовувати системи блокувань, які унеможливають переведення автоматичної лінії в налагоджувальний або автоматичний режим у послідовності, що не відповідає технологічному процесу. Тут широко застосовуються сигнальні пристрої, які інформують про хід технологічного процесу, наявність несправностей та поломок основного обладнання, а також систем вентиляції, пневмотранспорту тощо.

Особливу увагу в автоматизованому виробництві, а також при використанні роботів та маніпуляторів, слід приділяти забезпеченню безпечних умов праці під час ремонтних та налагоджувальних робіт.

У робочому циклі автоматичної лінії має бути передбачений спеціальний час для періодичної заміни інструментів, регулювання та налагодження верстатів з ЧПК та автоматів, їх змашування та чищення, а також для дрібного ремонту. Усі ці роботи повинні виконуватися на знеструмленому обладнанні.

Для огляду та ремонту всіх пристроїв автоматичної лінії, розташованих нижче рівня підлоги (наприклад, механізмів приводу конвеєрів), необхідно передбачити спеціальні люки, що забезпечують вільний доступ. Ці люки мають

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

бути врівень з підлогою та бути заблоковані замками пускових систем лінії, щоб унеможливити їх включення під час ремонтних робіт.

Для видалення відходів за межі автоматичних ліній слід використовувати скребкові конвеєри, пневматичні транспортні системи тощо.

Вимоги охорони праці, які враховуються при організації та експлуатації технологічних комплексів з промисловими роботами, визначені Методичними рекомендаціями щодо безпеки при впровадженні промислових роботів на ділянках з несприятливими умовами праці в машинобудуванні.

Планування робототехнічних зон повинно забезпечувати зручний та безпечний доступ обслуговуючого персоналу до основного та допоміжного технологічного обладнання, промислових роботів та пристроїв аварійного відключення й управління промисловими роботами. При плануванні робототехнічних зон необхідно виключити перетин шляхів оператора та виконавчих органів промислових роботів, а також забезпечити свободу переміщення обслуговуючого персоналу, мінімізуючи можливість появи сторонніх осіб.

Пульт управління промисловими роботами повинен розташовуватися поза робочим простором промислового робота. Навколо нього має бути достатньо місця для безперешкодного доступу оператора до кнопки аварійної зупинки та хорошої видимості. Технологічні зони робототехніки повинні бути огорожені та позначені сигнальними кольорами та знаками безпеки відповідно до вимог ГОСТ.

Вхід на огорожену територію має бути заблокований системою керування. Блокування повинно спрацьовувати (відключати промислового робота, який працює в автоматичному режимі) при вході людини на огорожену територію.

При розрахунку площі огорожі необхідно передбачити необхідні зазори між нерухомою огорожею, елементами промислового робота та технологічним обладнанням для зручного та безпечного виконання операцій програмування, навчання, ремонту та контролю промислового робота. Необхідно враховувати систему координат робота, тип та кількість промислових роботів, а також антропометричні дані та робочу позу оператора при виконанні різних операцій з

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

обслуговування промислового робота.

Конструкція огорожі повинна унеможливити оператору візуальний контроль над ходом робіт на об'єкті.

Рекомендована висота огорожі становить 1300,0 мм від рівня підлоги, за умови, що відстань від виконавчого пристрою промислового робота до огорожі буде не менше 800,0 мм. Огородження рекомендується виконувати з труб, обшитих металевією сіткою з осередками 60,0х60,0 мм.

Огородження повинні бути пофарбовані відповідно до вимог ГОСТ у вигляді смуг, похилих під кутом 45,0-60,0°, шириною 150,0-200,0 мм, сигнальних жовтого та чорного кольорів із співвідношенням ширини смуг 1:1.

При переміщенні заготовок та деталей промисловим роботом на висоті над проходами, проїздами та робочими місцями, з метою запобігання нещасним випадкам, необхідно передбачати під зоною руху маніпулятора промислового робота захисну сітку або інші пристрої, що унеможливають падіння рухомих деталей.

Для забезпечення безпечних умов праці при експлуатації промислових робіт та технологічних комплексів з ними, поряд із застосуванням технічних засобів безпеки (огорож, запобіжних, блокуючих, сигнальних та інших пристроїв), також повинні застосовуватися безпечні прийоми та методи виконання робіт, суворо дотримуватися регламентованих режимів роботи промислових робіт та іншого технологічного обладнання.

Перед початком роботи промислового робота необхідно видалити з його робочого простору сторонні предмети, інструменти та пристрої. Якщо їх винесення за межі огорожі неможливе, їх необхідно встановити поза зоною дії виконавчих механізмів промислового робота.

Категорично забороняється знаходитись у робочій зоні промислового робота, що працює в автоматичному режимі.

Швидкість переміщення виконавчих механізмів промислового робота під час програмування та навчання промислового робота не повинна перевищувати 0,3 м/с.

Забороняється проводити підключення та відключення захватного пристрою

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промислового робота без попереднього відключення останнього від джерела живлення.

Програмування та навчання роботи промислового робота повинні здійснюватися операторами за допомогою пульта дистанційного керування у присутності другої особи, яка контролює безпеку робіт.

До роботи з програмування, навчання та виконання програми управління промисловим роботом допускаються особи, які мають спеціальну підготовку, ознайомилися з технічним описом та інструкцією з експлуатації промислового робота, технологічного обладнання, правилами пристрою та безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском, правилами безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, інструкціями з охорони праці, пройшли кваліфікаційні іспити та мають посвідчення на право обслуговування промислових роботів.

Проблеми та аварійні ситуації, які можуть виникнути під час експлуатації промислових роботів, реєструються оператором або наладчиком у спеціальному журналі встановленої форми щозмінно.

Перед початком роботи оператор повинен усунути всі зазначені несправності, переконатися у справності основного та допоміжного технологічного обладнання та засобів безпеки (огорож, замків, сигналізації тощо), а також у відсутності сторонніх осіб та предметів у робочому просторі промислового робота.

Контроль за засобами забезпечення безпеки промислових роботів (замки, сигналізація, огороження, пристрої аварійного відключення тощо), надійністю захоплюючих пристроїв, відповідністю номінальній вантажопідйомності промислового робота, діями операторів та дотриманням ними вимог охорони праці повинен здійснюватися службою охорони праці підприємства спільно зі службою підприємства, що відповідає за роботу роботів.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ВИСНОВКИ

Виконаний проєкт присвячений розробці пристрою для дезінтеграції відходів текстильної промисловості, що є актуальним завданням з огляду на зростання цін на сировину та необхідність екологічної оптимізації виробництва. Ми провели всебічний аналіз існуючих проблем, пов'язаних з утилізацією текстильних відходів, які часто просто вивозяться на звалища або спалюються, що призводить до значних економічних втрат та забруднення довкілля. Дослідження показали, що механічна дезінтеграція є ключовим етапом у вторинній переробці цих відходів.

У ході проєкту було детально розглянуто різні типи подрібнювачів, включаючи голчасті, роликові та молоткові, оцінено їхні переваги та недоліки для подальшого вдосконалення. На основі цього аналізу розроблено нову конструкцію розриваючо-перетискаючого пристрою, яка поєднує позитивні аспекти попередніх механізмів. Ця розробка спрямована на підвищення ефективності подрібнення відходів до волокнистого стану, що дозволить використовувати їх у виробництві нової продукції, наприклад, утеплювальних матеріалів, повсті чи будівельних композитів.

Загалом, цей проєкт створює міцну основу для подальшого впровадження ефективних систем переробки текстильних відходів, що сприятиме не лише зменшенню екологічного навантаження, але й підвищенню економічної ефективності підприємств легкої промисловості. Реалізація розробленої конструкції та технологічних рішень має потенціал значно покращити процес утилізації та повторного використання вторинної сировини.

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КРБ 0028.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48