

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра Матеріалознавства та ливарного виробництва

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри М та ЛВ
к.т.н., доц. Олександр КУЗИК
(прізвище та ініціали)
«___» _____ 2024__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:
**«Проектування галтовочного барабану неперервної
дії продуктивністю 5 тон/год»**
**«Design of a continuous tacking drum with a capacity of 5
tonnes per hour»**

Виконав: здобувач вищої освіти 4-го курсу
групи ПМ(ОЛ)-20

Микола Алтухов
(прізвище та ініціали)

ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Керівник роботи:

к.т.н., доц.

Олександр СКРИПНИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент:

к.т.н., доц.

(прізвище та ініціали)

Кропивницький – 2024

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Матеріалознавства та ливарного виробництва
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D друк

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М та ЛВ

_____ Олександр КУЗИК
«_____» _____ 2024_____ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Алтухов Микола Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: _____ Проектування галтовочного барабану неперервної дії
продуктивністю 5 т/год _____

2. Керівник роботи: _____ к.т.н., доц. Олександр СКРИПНИК _____

3. Строк подання роботи до захисту _____ 10.05.2024 _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи:
Спроектувати галтовочний барабан неперервної дії продуктивністю 5 т/год _____ |

Завдання:

1. Виконати аналіз існуючих типів змішувачів _____

2. Описати конструкцію та принцип роботи маятникового змішувача _____

3. Розрахувати технологічні параметри змішувача _____

4. Розробити математичну модель розрахунку часу спрацювання пневмоциліндру _____

5. Розрахувати основні елементи приводу _____

6. Техніка безпеки і покращення умов праці _____

Перелік графічного матеріалу:

1. Галтовочний барабан безперервної дії _____

2. Привод галтовочного барабану _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Проектування змішувача	Скрипник О. В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих конструкцій обладнання для очистки поверхні відливків	6.05.2024	
2	Опис конструкції та принципу роботи галтовочного барабану неперервної дії	9.05.2024	
3	Розрахунок технологічних параметрів змішувача	11.05.2024	
4	Розробка математичної моделі розрахунку часу спрацювання пневмоциліндру	13.05.2024	
5	Розрахунок основних елементів приводу	16.05.2024	
6	Техніка безпеки і покращення умов праці	22.05.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	27.05.2024	
8	Оформлення презентації роботи	3.06.2024	
9	Здача роботи на кафедрі та перевірка на наявність запозичень	10.05.2024	

Дата видачі завдання «_____» _____ 2024__ р.

Керівник роботи _____ (Олександр СКРИПНИК)
(підпис)

Завдання прийнято до виконання «_____» _____ 2024__ р.

Здобувач вищої освіти _____ (Микола АЛТУХОВ)
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка викладена на 32 стор. друкованого тексту і містить 10 рис., - табл., 18 літературних посилань.

В бакалаврській роботі виконано опис і обґрунтування вибору обладнання для попередньої очистки поверхні виливків, проаналізовано і розраховано робочий процес галтовочного барабану неперервної дії, визначено його основні параметри і розміри, виконані розрахунки основних вузлів на міцність, описані правила і норми безпеки при роботі на галтовочному барабані.

Об'єкт розробки – проектування галтовочного барабану неперервної дії продуктивністю 5 т/год.

Предмет розробки – визначення конструктивних та технологічних параметрів галтовочного барабану неперервної дії.

Результати проектування – спроектовано галтовочний барабан неперервної дії продуктивністю 5 т/год.

Результати розробки можуть бути рекомендовані для впровадження при попередній очистці поверхні відливків в умовах серійного та масового виробництва.

**ВИЛИВОК, ЧАСТОТА ОБЕРТАННЯ, БАРАБАН, ОЧИСТКА,
СТРІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТЕР, ГАЛТОВКА, ЕЛЕКТРОДВИГУН,
ПРИВОДНИЙ РОЛИК, НАТЯЖНИЙ РОЛИК**

ABSTRACTS

The explanatory note is presented on 32 pages of printed text and contains 10 figures, - tables, 18 references.

The bachelor's thesis describes and justifies the choice of equipment for preliminary cleaning of the casting surface, analyzes and calculates the working process of a continuous tacking drum, determines its main parameters and dimensions, calculates the strength of the main components, describes the safety rules and regulations for working on the tacking drum.

Object of development - design of a continuous tacking drum with a capacity of 5 tons per hour.

Subject of development - determination of design and technological parameters of a continuous tacking drum.

Design results - a continuous tacking drum with a capacity of 5 tons per hour was designed.

The results of the development can be recommended for implementation in the preliminary cleaning of the surface of castings in serial and mass production.

CASTING, SPEED, DRUM, CLEANING, BELT CONVEYOR, FILLETING, ELECTRIC MOTOR, DRIVE ROLLER, TENSION ROLLER

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 Аналіз існуючих конструкцій обладнання для очистки поверхні виливок.....	7
2 Опис конструкції та принципу роботи галтовочного барабану неперервної дії.....	12
3 Розрахунок технологічних параметрів барабану.....	15
3.1 Розрахунок основних параметрів стрічкового транспортера.....	18
4 Розрахунок основних навантажених деталей галтовочного барабану на міцність.....	21
5 Правила і норми безпеки при роботі на галтовочному барабані.....	26
ЗАКЛЮЧЕННЯ.....	29
ЛІТЕРАТУРА.....	30
ДОДАТКИ.....	32

ВСТУП

Перед машинобудівною промисловістю поставлені задачі по інтенсифікації і докорінному технічному переоснащенню ливарного виробництва.

Для виконання цих завдань передбачається впровадження нових технологій на базі високопродуктивного ливарного устаткування, створення штучних виробничих систем і роторних ліній, що базується на безвідхідній технології, впровадження роботів і маніпуляторів, переоснащення цехів і дільниць з низькими технічно-економічними показниками і незадовільними умовами праці, впровадження розрахункових методів в управлінні ливарним виробництвом, покращення підготовки робочих і ІТР, перепідготовки кадрів, атестація цехів, технологічних процесів, робочих місць [1].

Сучасний розвиток ливарного машинобудування дозволяє утворити комплексно-механізований або автоматизований комплект обладнання для будь-якої дільниці або відділення ливарного цеху. Більш високий рівень механізації і автоматизації в більшому ступені властивий і економічно обґрунтований в цехах з крупносерійним і масовим характером виробництва.

В останні роки розробляється обладнання, що дає можливість з необхідним економічним ефектом впроваджувати автоматизацію в цехах із серійним і мілкосерійним виробництвом та порівняно невеликими масштабами.

Розроблені комплекти обладнання для очистки виливок поряд з традиційним процесом дробометної очистки. Впроваджуються процеси з програмним управлінням та обладнання на основі електрофізичних та електрохімічних процесів.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНІ ВИЛИВКІВ

Для фінішного очищення виливків, як правило, застосовуються дробометні камери. В них очищуються важкі і габаритні виливки. Камери бувають періодичної та безперервної дії.

Дробометні камери періодичної дії (рис. 1.1) мають фундаментну плиту у вигляді звареної металоконструкції, змонтований на рамі каркас, який є силовою конструкцією і створює власну камеру, одні чи двоє воріт, візки для переміщення виливок [2].



1 - робоча камера; 2 - елеватор; 3 - сепаратор; 4 - дробовідділювач; 5 - дробометні апарати (3 шт.); 6 - металоконструкція; 7 - візок з поворотним столом; 8 - циклони; 9 - фільтрувальна установка

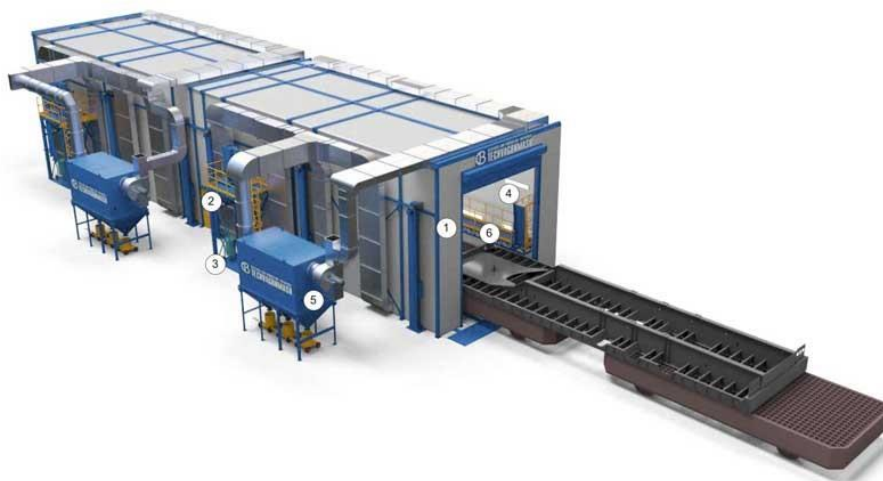
Рисунок 1.1 – Дробометна камера періодичної дії

Камери призначені не тільки для очищення поверхні дробом, а й для вибивки стержнів. До системи дробообороту включено додатковий бункер для продуктів очистки, які розділяються не під час процесу очищення, а під час виконання допоміжних операцій. Коли ворота дробометної камери періодичної дії закриваються, вимикаються дробометні апарати. Час вибивання стержнів і очищення регулюється реле часу. Відпрацьований дріб і стержнева суміш просипається через перфороване дно камери і зберігається в бункері до кінця операції очищення. Під час завантажування і розвантажування відбувається

сепарація продуктів очищення, нагромадження у бункері. Очищений дріб подається в бункер для дробу, а продукти очистки в бункер для відходів. Система дробообороту зупиняється, коли весь дріб нагромаджується в бункері. Система регенерації дробу посилена. Крім повітряного сепаратора, ще застосовуються механічні сита і бункер - накопичувач.

Недоліком такої системи є те, що абразивні продукти проходять майже через усі механізми, бункери, елеватори та іншими, перш ніж розпочинається процес регенерації.

В цехах масового виробництва краще застосовувати дробометні камери безперервної дії (рис. 1.2).



1 - робоча камера; 2 - система дробообігу; 3 - дробометний апарат; 4 - система освітлення; 5 - система очищення повітря; 6 - підйомні майданчики

Рисунок 1.2 – Дробометна камера безперервної дії

Прохідні дробометні камери складаються з фундаментної рами, на якій розміщено корпус у вигляді металевого каркасу, покритого з середини панцирними плитами [3]. На зовнішній поверхні корпусу розташовано дробометні апарати. У стелі корпусу зроблено проріз для проходження підвісок з вилівками, підвіски транспортуються ланцюговим підвісного конвеєра. Нижче рами розміщено бункери для продуктів очистки, які за допомогою вібраційних конвеєрів подаються в елеватор, а потім - в агрегат сепарації, який складається з

барабанного сита, барабанного електромагнітного сепаратора. Очищений дріб конвеєром подається в рукава і далі в дробометні апарати.

Недоліком дробометних камер є те, що існує можливість травмування робітників від вилітаючого дробу, завантажування на очищення і розвантажування очищених виливок здійснюється підйомними пристроями з ручним управлінням, тобто працівник перебуває в безпосередній близькості від камери і незважаючи на інтенсивну вентиляцію, атмосфера дуже запилена.

Також в ливарних цехах для очищення виливків масою від 100 до 500 кг застосовують дробометні столи (рис. 1.3) [4].



Рисунок 1.3 – Дробометний стіл

Дробометний стіл має вертикальну вісь обертання виливок. Дробометний стіл складається із станини, в якій на опорних підшипниках змонтовано стіл, який може обертатися за допомогою фрикційного електропривода. На 2/3 периметра стіл закрито кожухом. Вихідний і вхідний отвори кожуха закрито гумовими стрічками. Стіл зроблено з отворами для просипання дробу. На столі кожуха змонтовано дробометний апарат. Під столом встановлено гвинтовий конвеєр, призначений для транспортування дробу, який просипався в приймальну воронку елеватора. Потім дріб із сепаратора по трубах подається в дробометні апарати, пісок і продукти очищення по трубі надходять в ящик для відходів, а металеві частини, за розмірами більші від дробу по іншій трубі. Для завантажування дробометного столу слугує електроталь.

Основними недоліками дробометних - призначені для очистки литва певної вагової категорій (від 100 до 500 кг), значні пилові викиди, швидкий абразивний знос основних вузлів і агрегатів.

На рис. 1.4 наведено стрічковий дробометний барабан періодичної дії.



Рисунок 1.5 – Стрічковий дробометний барабан періодичної дії

Очистка виливків здійснюється в робочому просторі, який створений пластинчастим транспортером і торцевими дисками. Транспортер має два напрямки руху - робочий, при якому виливки кантуються у робочому просторі, і зворотній, який необхідний для їх вивантаження (рис. 1.6) [5].

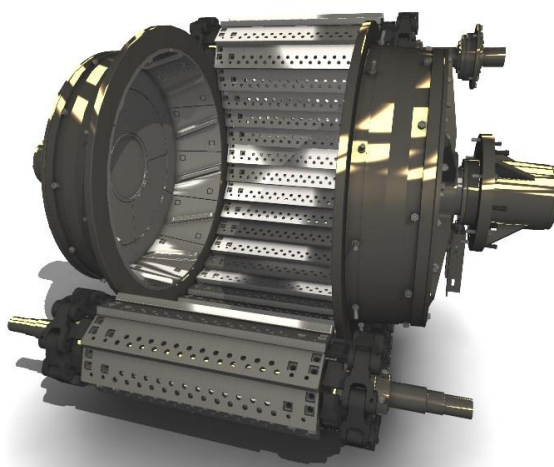


Рисунок 1.6 – Робочий простір дробометного барабану періодичної дії

Над робочим простором встановлюють один або декілька дробометних апаратів (рис 1.7).

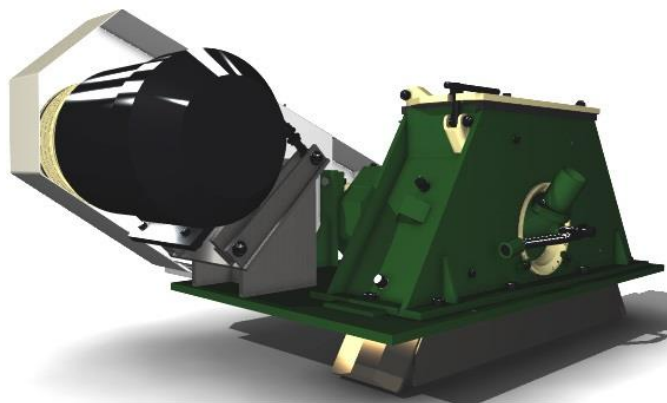


Рисунок 1.7 – Дробометний апарат

Виливки транспортером безперервно та подаються у проміжний бункер-накопичувач і порціями завантажуються у ківш підйомника. По мірі очищення порції виливків скіповим підйомником завантажуються в барабан. Очищенні виливки пластинчастим транспортером барабану подаються на конвеєр, а потім транспортуються на інші технологічні операції. Крім круглих, існують також прості барабани квадратного перерізу, які застосовуються для очистки виливків, форма яких наближується до паралелепіпеду. Виливки завантажують на весь об'єм барабану. Переміщення виливків при обертанні барабану обмежене, а очистка відбувається за рахунок циркуляції зірочок. В наш час квадратні барабани майже не застосовуються [6].

Обертання барабану необхідне тільки для того, щоб перевертати виливки і підставляти їх різними сторонами під потік абразиву. Тому частота обертання таких барабанів повинна бути невеликою – не більше 10 об/хв. При такій частоті обертання навіть крихкі виливки не мають пошкоджень поверхні.

Недоліки дробометного барабану періодичної дії такі ж як і у дробометних камер.

Проаналізувавши існуючі конструкції обладнання для очистки виливків, приходимо до висновку, що для умов масового і великосерійного виробництва оптимальним варіантом для попередньої очистки від залишків формувальної суміші і відбивання ливникової системи, є галтовочний барабан. Дані барабани мають ряд переваг, а саме:

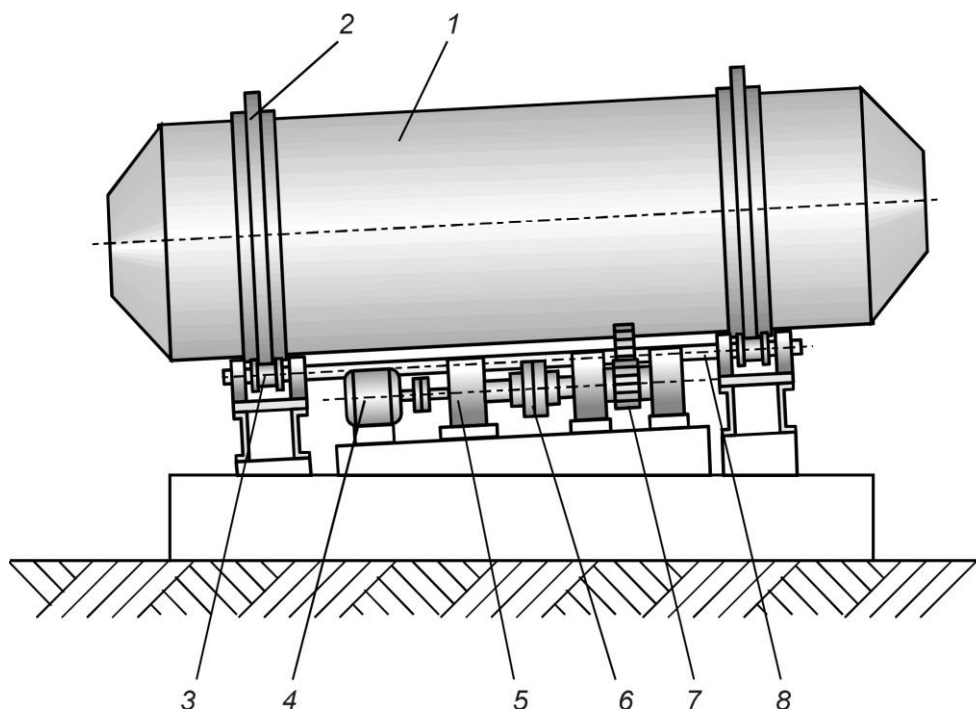
- 1) висока якість поверхні виливки та висока продуктивність;

- 2) одночасно з очисткою поверхні виліток проходить очистка від залишків формувальної суміші, вибивка стержнів і відбивання ливників;
- 3) низька вартість обслуговування;
- 4) простота конструкції та легкість в експлуатації;
- 5) адаптивність.

Ці фактори сприяють не лише підвищенню ефективності роботи, але й загальній економічній вигідності використання такого устаткування.

2 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ ГАЛТОВОЧНОГО БАРАБАНАУ

Очисний галтовочний барабан безперервної дії складається з привода, розміщеного на його рамі, та захисних кожухів. Привод слугує для приведення в дію барабану та транспортної стрічки (рис. 2.1).



1 - обичайка; 2 - бандаж; 3 - ролики; 4 - електродвигун; 5 - редуктор; 6 - муфта; 7 – зубчата пара; 8 - вал

Рисунок 2.1 – Галтовочний барабан безперервної дії

Обертання приводних роликів відбувається за рахунок електродвигуна та редуктора, а барабану - за рахунок тертя, яке виникає між барабаном та катками при обертанні останніх [7].

Від осьового переміщення барабан утримується роликами з ребордами (рис. 2.2). Барабан з роликами і транспортер змонтовані на зварній рамі, яка завдяки механізму підйому може змінювати кут нахилу від 0 до 10°. Зі зміною кута нахилу змінюється швидкість переміщення виливок у барабані. Для видалення виливок в центрі рама має транспортер, стрічка якого приводиться в рух від приводної станції.

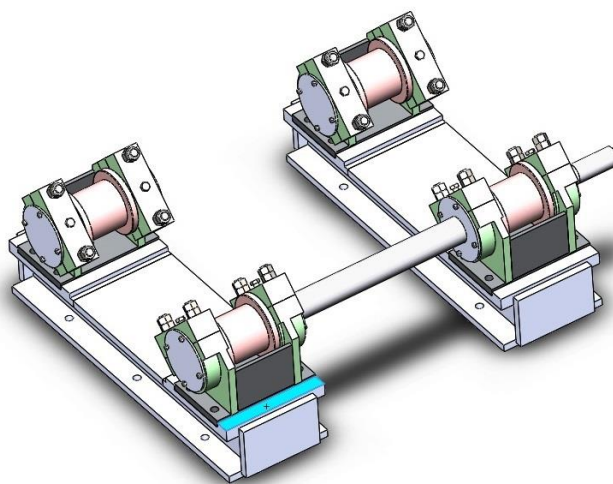
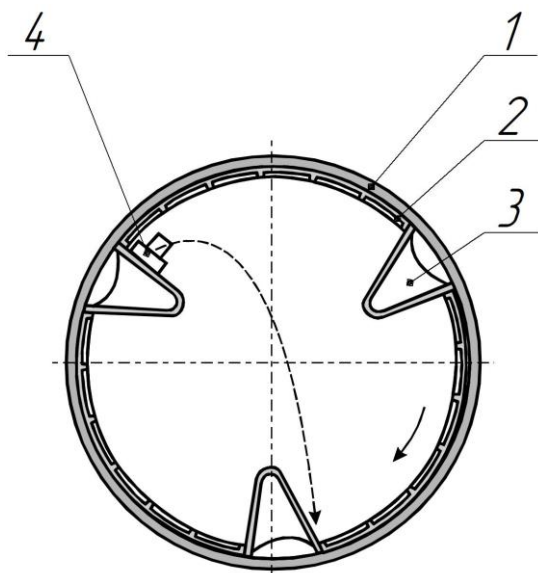


Рисунок 2.2 – Ролики з ребордами

2.1 Барабан

В барабані проводиться очистка литих та кованих деталей. Він складається з трьох секцій, з'єднаних між собою болтами. Завантажувальна та розвантажувальна секції виконані у вигляді зрізаного конуса. Циліндрична частина барабана має перфорацію, через яку проходить видалення відходів з барабана при його обертанні [5].

Внутрішня частина барабана викладена броньованими плитами, які мають ребра для кращої галтовки деталей. На циліндричній частині є бандажі які призначені для обертання барабана (рис. 2.3).



1 - корпус (центральна секція); 2 - броньовані плити; 3 - ребра; 4 - виливок

Рисунок 2.3 – Внутрішня частина галтовочного барабану

Для зменшення шумових показників між обшивкою зовнішнього барабана та броньованими листами, які складаються з окремих секцій, прокладена листовая резина, що викликає при ударах, вібрації лише частини барабана.

2.2 Кожух захисний

Кожух являє собою зварну конструкцію з листа. В нижній частині його є вікна, через які відходи висипаються на транспортну стрічку. Цей кожух кріпиться до рами. Інший кожух також являє собою зварну конструкцію з листа. У верхній частині кожуха є отвір для приєднання до вентиляційної системи цеху.

Електрообладнання барабана включає в себе електродвигун привода барабана і електродвигун привода транспортера. Апаратура управління розміщена у шафі. Пуск двигуна відбувається при натисканні кнопки ГКУ, зупинка – кнопки ІКУ. При монтуванні барабану в автоматичну лінію можливий пуск з центрального пульта [8].

3 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАНАУ

При заданих значеннях основних величин при проектуванні галтовочного барабану визначають швидкість обертання барабана, потужність електродвигуна приводу обертання барабану, привода стрічкового конвеєра [6].

Швидкість обертання барабану визначає інтенсивність відносного переміщення завантажених в барабан виливок і тим самим ефективність очистки. Оптимальною в цьому відношенні є така швидкість, при якій діюча на виливку центробіжна сила на внутрішній поверхні барабана складає приблизно від 50 до 60 % від ваги виливок. Менше значення приймається для барабанів діаметром більше 0,7м, більші - для діаметрів барабанів менше 0.7м.

Відповідні формули для розрахунку кутової швидкості барабану мають вигляд, рад/с:

$$D \geq 0,7 \text{ м} \quad \omega_o = \frac{3,14}{\sqrt{D}} \quad (3.1).$$

$$D \leq 0,7 \text{ м} \quad \omega_o \leq \frac{3,40}{\sqrt{D}}, \quad (3.2)$$

де D - внутрішній діаметр обичайки барабану, м

Для нашого випадку:

$$\omega_o \leq \frac{3,14}{\sqrt{1,76}} = 1,81 \text{ рад/с}$$

Потужність електродвигуна приводу обертання визначається по моменту, який виникає від завантаженого барабану при обертанні. При обертанні барабану вільна поверхня його завантаження розміщується відносно горизонтальної осі під певним кутом відкосу λ .

Величина кута λ залежить від відношення габаритів очищаємих виливок до діаметру барабану і коливається в межах $\lambda = 35...45^\circ$ [9]. Для розрахунку приймаємо 45° .

За рахунок нахилу вільної поверхні завантаження на кут λ , центр тяжіння перерізу знижується від вертикальної осі на величину

$$X_c = l \cdot \sin \gamma \quad (3.3)$$

Момент відносно осі обертання барабану:

$$M = l \cdot \sin \gamma \cdot G_0, \quad (3.4)$$

де G - вага барабану з навантаженням, кг;

l - відстань від центра ваги площі кругового сегмента, утвореного завантаженими деталями до центра кола.

Величина кута α залежить від коефіцієнта завантаження барабану K , який представляє собою відношення об'єму завантажених в барабан виливок до його номінального об'єму. Якщо в процесі галтовки завантаження барабана розподіляється рівномірно по його довжині, то коефіцієнт K можна розрахувати за формулою:

$$K = \frac{S_c}{S_n} \cdot \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}, \quad (3.5)$$

де S_c - площа сегменту утвореного завантаженням, m^2 ;

S_n - площа перетину барабану, m^2

$$S_c = \frac{D^2}{2(2\alpha - \sin 2\alpha)} \quad (3.6)$$

Базуючись на досвіді експлуатації барабанів для забезпечення стабільної продуктивності очистки коефіцієнт завантаження рекомендується приймати в межах $K = 0,7 - 0,8$ [10]. На практиці ці межі відносно більші.

Розглядаючи усі приведені формули, можна казати, що в усьому практичному діапазоні значень $K = 0,2 - 1,0$ залежність від K з точністю до 1 % визначається формулою:

$$l = 0,424(1 - K)D \quad (3.7)$$

Підставляючи вираз у формулу моменту одержимо:

$$M = 0,424(1 - K)D \cdot \sin \gamma \cdot G_0 \quad (3.8)$$

Потужність електродвигуна приводу барабану:

$$N_{\delta} = \frac{M}{2} = \frac{0,424(1 - K) \sin \gamma \cdot D \cdot G_0}{\eta}, \quad (3.9)$$

де η - ККД приводу барабану, $\eta = 0,6 - 0,8$ [9]

Тоді:

$$N_{\delta} = \frac{0,424(1 - 0,5) \sin 45^{\circ} \cdot 1,76 \cdot 36000}{0,75} = 18,1 \text{ кВт}$$

Використовуємо для приводу барабану електродвигун потужністю 22 кВт типу АО2-72-602 виконання М 101 з числом обертів $n = 970$ об/хв [11].

3.1 Розрахунок основних параметрів стрічкового транспортера

Стрічковий транспортер складається з гнучкої, попередньо натягнутої стрічки, яка одночасно є і вантаженосієм і тяговим органом, приводного і натяжного барабанів, верхніх і нижніх роликів опор і привода. Привод складається з електричного двигуна, муфти, редуктора. Ширина стрічки визначається за заданою продуктивністю:

$$B = \sqrt{\frac{\Pi}{K \gamma v}}, \quad (3.10)$$

де Π - задана продуктивність стрічкового транспортера, кг/с:

$$\Pi = qv, \quad (3.11)$$

де q - маса вантажу, яка приходить на один метр стрічки [9];

v - швидкість стрічки, м/с;

$$\Pi = 2,14 \cdot 1,38 = 2,96 \text{ кг/с}$$

K – коефіцієнт, який залежить від форми роликів опор, для жолобчастих роликів $K = 0,0078$ [12];

γ - насипна щільність вантажу $\gamma = 1100 \text{ кг/м}^3$ [12];

Тоді:

$$B = \sqrt{\frac{2,96}{0,0078 \cdot 1100 \cdot 1,38}} = 0,1 \text{ м}$$

Визначимо число прокладок в конвеєрній стрічці за таблицями [13]. Для ширини стрічки до 500 мм $i = 4$, де i - число прокладок.

Уточнюємо число прокладок стрічки. Оскільки кут бічних роликів жолобчастих роликоопор становить 0° , беремо стрічку з прокладками з синтетичної тканини (капрону) з межею міцності однієї прокладки $\sigma_p = 1800$ Н/см. Стрічка сприймає максимальний натяг $S_{\max} = S_{13} = 29041$ Н, запас міцності $n = 10$ [14]. Число прокладок стрічки, шт:

$$i = \frac{S_{\max} n}{\sigma_p B} \quad (3.12)$$

$$i = \frac{29041 \cdot 10}{1800 \cdot 100} = 1,6 \text{ шт}$$

Приймаємо стрічку, яка має дві основні прокладки та дві з уточношнуровою тканиною. Оскільки спочатку для розрахунку було взято стрічку з чотирма прокладками, то перераховувати конвеєр не треба.

Діаметр приводного барабана обчислюється за формулою:

$$D_o = a_1 \cdot i \quad (3.13)$$

де $a_1 = 180 \dots 200$ – для стрічок з прокладками з синтетичної тканини [13].

$$D_o = 200 \cdot 2 = 400 \text{ мм}$$

Мінімально допустимий діаметр приводного барабана перевіряємо за тиском, що допускається між стрічкою та барабаном:

$$p = \frac{2S_{13}}{D_o B} \leq [p] \quad (3.14)$$

$$p = \frac{2 \cdot 29041}{40 \cdot 100} = 14,52 \leq 39,24 \text{ кг/м}^2$$

Умова міцності виконується.

Приймаємо з конструктивних міркувань $D_6 = 500$ мм. Діаметр кінцевого та натяжного барабанів, мм:

$$D_1 = 0,8 \cdot D_6 \quad (3.15)$$

$$D_1 = 0,8 \cdot 500 = 320 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D_1 = 500$ мм [15]. Діаметр барабана, що відхиляє стрічку, мм:

$$D_2 = 0,65 \cdot D_6 \quad (3.16)$$

$$D_2 = 0,65 \cdot 400 = 260 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_2 = 320$ мм, оскільки потрібно брати наступне значення за [15]. Довжина барабанів, мм:

$$L_6 = B + a_6 \quad (3.17)$$

$$L_6 = 1000 + 150 = 1150 \text{ мм}$$

Частота обертання приводного барабана, с^{-1} :

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (3.18)$$

де $D = D_6 + 2\Delta\phi = 0,5 + 2 \cdot 0,028 = 0,556$ м ($\Delta\phi = 0,028$ м – товщина гумової футерівки).

$$n = \frac{60 \cdot 1,38}{3,14 \cdot 0,556} = 47,42 \text{ с}^{-1}$$

Потужність двигуна розраховується залежно від тягової сили, Вт:

$$N = K_3 F_0 v \frac{1}{\eta}, \quad (3. 19)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу $K_3 = 1,2$ [12];

F_0 - тягова сила конвеєра, $F_0 = 1063 \text{ Н}$;

v - швидкість транспортування, м/с;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,6 \dots 0,9$ [15]

$$N = 1,2 \cdot 1063 \cdot 1,38 \cdot \frac{1}{0,8} = 220 \text{ Вт}$$

Для приводу стрічкового конвеєра обираємо двигун типу АО2-32-6с2, $N = 2,2 \text{ кВт}$, $n = 950 \text{ об/хв.}$ [11].

4 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ НАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ ГАЛТОВОЧНОГО БАРАБАНА НА МІЦНІСТЬ

Навантаженими деталями галтовочних барабанів є елементи опорних пристроїв. Розрахунок опорних пристроїв складається з перевірки міцності осей, підтримуючих і опорних роликів, в визначенні контактних напружень в роликах і в перевірці довговічності їх підшипників [9].

Вісь ролика розглядається як консольна балка, навантажена на кінці силою P_1 , діючою на ролики в положенні завантаження, коли барабан нахилений до горизонту під кутом β .

При цьому навантаження сприймається роликами, на кожний з яких діє сила, Н:

$$P_1 = \frac{G_0 \cos(90^\circ - \beta)}{3}, \quad (4.1)$$

де G_0 - вага барабана з завантаженням, $G_0 = 36000$ кг;

β - кут нахилу барабану до горизонту, $\beta = 4^\circ$ [6]

$$P_1 = \frac{36000 \cos(90^\circ - 4^\circ)}{3} = 837 \text{ Н}$$

Напруження в небезпечному перерізі вісі ролика розраховується за формулою, Н:

$$\sigma = K_d \frac{P_1 \cdot l}{W}, \quad (4.2)$$

де K_d - коефіцієнт, який враховує динамічний характер прикладання навантаження, $K_d = 1,6 - 1,8$ [15].

l - плече сили P ,

W - момент опору небезпечного перерізу

$$\sigma = 1,7 \cdot \frac{837 \cdot 0,2}{72,9 \cdot 10^{-6}} = 390370 \text{ Н}$$

Перевірка міцності підтримуючого ролика по контактному напруженні визначається за формулою, Н:

$$q_0 = 0,5 K_d \sqrt{\frac{P_1 \cdot e}{d_1 \cdot l_1}}, \quad (4.3)$$

де l_1 - довжина контакту, дорівнює ширині ролика;

d_1 - найменший діаметр ролика

$$q_0 = 0,5 \cdot 1,7 \sqrt{\frac{837 \cdot 0,33}{0,2 \cdot 0,1}} = 99,89 \text{ Н}$$

Підшипники підтримуючих роликів розраховують на статичне навантаження, яке було викликано дією сили P_1 . Навантаження на правому підшипнику визначається за формулою. Н:

$$R_1 = P_1 \frac{b}{b-a}, \quad (4.4)$$

де a, b – відстань від лінії дії сили P_1 відповідно до правого і лівого підшипника

$$R_1 = 837 \frac{0,1}{0,1-0,04} = 1395 \text{ Н}$$

Міцність опорного ролика перевіряють за формулою, Н:

$$q_0 = 0,5 K_\sigma \sqrt{\frac{P_2 \cdot E}{l_2} \frac{D_1 + d_2}{D_1 d_2}}, \quad (4.5)$$

де P_2 - зусилля, яке отримує один ролик, яке при двох парах опорних роликів визначається за формулою:

$$P_2 = \frac{G_0}{2 \cos \frac{\gamma}{2}}, \quad (4.6)$$

$$P_2 = \frac{36000}{2 \cos \frac{110}{2}} = 31413 \text{ Н}$$

де γ - кут між радіусами, проведеними з центру обертання барабану до центру роликів;

l_2, d_2 - ширина та діаметр ролика;

D_1 - діаметр поверхні кочення вінця барабану

$$q_0 = 0,5 \cdot 1,7 \sqrt{\frac{31413 \cdot 0,013}{0,15} \frac{2,10 + 0,3}{2,10 \cdot 0,3}} = 10064,8 \text{ Н}$$

Підшипники опорних роликів розраховують по коефіцієнту працездатності. Відповідна формула при підстановці величин в системі СІ має вигляд [16]:

$$C_p = 0,0173 K_K K_D R_2 (\omega_p T)^{0,3}, \quad (4.7)$$

де C_p - розрахунковий коефіцієнт працездатності підшипника;

K_K - коефіцієнт, враховуючий обертання зовнішнього кільця;

K_D - коефіцієнт динамічності навантаження;

T - необхідна довговічність підшипника;

ω_p - кутова швидкість опорного ролика

$$\omega_p = \omega_\phi \frac{D_1}{d}, \quad (4.8)$$

де ω_ϕ - кутова швидкість барабану:

$$\omega_p = 1,81 \frac{2,10}{0,09} = 42,23 \text{ рад/с}$$

$$C_p = 0,0173 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 41500 (42,23 \cdot 5000)^{0,3} = 15249,25$$

Розрахунок відкритої зубчастої передачі привода обертання барабану по навантаженням згину проводиться за формулою:

$$\sigma_u = \frac{2 \cdot N_{el} \cdot \eta_p \cdot K_{нер} \cdot K_{дн}}{\omega_o \cdot i \cdot m^2 \cdot z \cdot b \cdot y}, \quad (4.9)$$

де N_{el} - потужність встановленого електродвигуна;

η_p - коефіцієнт корисної дії редуктора, встановленого перед шестернею;

$K_{нер}$ - коефіцієнт нерівномірності навантаження, обумовленої консольним розташуванням передачі;

$K_{дн}$ - коефіцієнт динамічного навантаження;

m - модуль зчеплення;

z - кількість зубів колеса;

b - ширина колеса;

y - коефіцієнт форми зуба

$$\sigma_u = \frac{2 \cdot 14 \cdot 0,94 \cdot 1,5 \cdot 1,25}{1,81 \cdot 4 \cdot 0,016^2 \cdot 24 \cdot 0,15 \cdot 0,422} = 17700 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{G_0}{\frac{2 \cos \gamma}{2}}, \quad (4.10)$$

де γ - кут між радіусами, проведеними з центру обертання барабана до центру роликів

Зусилля, яке отримує один ролик, Н:

$$P_2 = \frac{36000}{\frac{2 \cos 80}{2}} = 23500 \text{ Н}$$

Умова міцності виконується.

5 ПРАВИЛА І НОРМИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ НА ГАЛТОВОЧНОМУ БАРАБАНІ

Власник зобов'язаний застрахувати працівника від нещасних випадків та професійних захворювань. У разі пошкодження здоров'я працівника з вини власника, працівник має право на відшкодування заподіяної йому шкоди. До самостійного виконання робіт на верстаті допускаються особи, які:

- досягли 18 років;
 - пройшли медичне обстеження;
 - пройшли спеціальне навчання для роботи на верстатах;
 - пройшли вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з пожежної безпеки.
- 1.3. Інструкція з безпечної експлуатації верстата повинна бути вивішена на робочому місці.

Вимоги до обладнання та робочого місця [17]:

- всі рухомі частини верстата мають бути зачинені та огорожені;
- підходи до робочого місця та проходи не повинні бути захащені;
- у неробочий час все обладнання робочого місця повинно знаходитись у положенні, що виключає можливість включення його сторонніми особами.

Обов'язки працівника:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником та з якої проведений інструктаж;

- не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці та пожежної безпеки;
- не допускати присутності на своєму робочому місці сторонніх осіб;
- постійно пам'ятати про особисту відповідальність за дотримання правил охорони праці, пожежної безпеки і безпеки людей, що працюють поруч;
- знати місце знаходження медичної аптечки та вміти надавати потерпілому першу до лікарняну допомогу;
- знати розташування первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися;
- користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту за призначенням.

Заходи безпеки перед початком роботи [18]:

- перевірити наявність та справність огорожень на верстаті;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів на робочому місці та навколо нього;
- перевірити справність інструментів та обладнання;
- одягнути спецодяг та засоби індивідуального захисту.

Заходи безпеки під час роботи:

- дотримуватися всіх вимог інструкції з безпечної експлуатації верстата;
- не перевантажувати верстат понад встановлені норми;
- у разі виникнення аварійної ситуації негайно зупинити верстат та повідомити керівника;
- забороняється працювати на верстаті у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також при поганому самопочутті.

Заходи безпеки після закінчення роботи:

- вимкнути верстат та переконатися у його повній зупинці;
- прибрати робоче місце, видалити відходи виробництва;
- перевірити справність та розташування інструментів та обладнання;

- зняти спецодяг та засоби індивідуального захисту, очистити їх та скласти у визначене місце.

Дії у разі аварії або нещасного випадку:

- негайно зупинити верстат;
- надати першу допомогу потерпілому, викликати медичну допомогу;
- повідомити керівника про випадок;
- до прибуття комісії з розслідування нещасного випадку зберегти обстановку на робочому місці такою, якою вона була на момент події, якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

В бакалаврській роботі виконано аналіз існуючих типів обладнання для очистки поверхні виливок в ливарних цехах масового і великосерійного виробництва, описано існуючі конструкції і обґрунтовано вибір галтовочного барабану неперервної дії, розраховано основні технологічні параметри машини та потужність її приводу, виконано перевірочний розрахунок елементів опорних пристроїв на міцність і визначено зусилля, які на них діють.

Застосування в ливарному виробництві галтовочних барабанів неперервної дії дає ряд переваг, а саме високу якість отриманої після очистки поверхні виливки, високу продуктивність, низьку вартість обслуговування, простоту конструкції та легкість в експлуатації, адаптивність.

Ці фактори сприяють не лише підвищенню ефективності роботи, але й загальній економічній вигідності використання такого устаткування.

Також в бакалаврській роботі розроблено креслення загального виду і основних вузлів галтовочного барабану неперервної дії що дозволяє не лише краще розуміти принцип його роботи, а й надає можливість візуально оцінити конструкцію та потенційні особливості його експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві: матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції, 21–24 вересня 2021 р. / під заг. ред. А. М. Фесенка, М. А. Турчаніна. - Краматорськ: ДДМА, 2021. – 162 с.В.П.
2. В. П. Сумцов. Устаткування ливарних цехів. - К.: ІСДО, 1993. – 552 с.
3. И. Б. Зайгеров. Оборудование литейных цехов. - Минск: Высшая школа, 1980. – 368 с.
4. Матвеев И. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов - М. Машиностроение, 1976 – 410с.
5. Довнар Г. В. Оборудование литейных цехов: учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования по дисциплине «Технологическое оборудование литейных цехов» / Г.В. Довнар. - Минск: БНТУ, 2011. – 135 с.
6. Горский А. И. Расчет машин и механизмов литейного производства. – М.: Машиностроение, 1978. – 551 с.
7. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. Учеб. пособие для машиностроительных вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1977. – 510 с.
8. Г. Л. Атажанов, Т. С. Халимжанов. Технология литья. Учебное пособие. - Т.: «Fan va texnologiya», 2019. – 440 с.
9. Вёрёш А. Очистка отливок - М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
10. Могилев В. К., Лев О. И. Справочник литейщика. - М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
11. Електропривод: Підручник / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко, О. Ю. Синявський, Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко; За ред. Ю. М. Лавріненко. – К.: Видавництво Ліра-К, 2009. – 504 с.
12. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів. - 3-є вид. / Авт. доповнень, змін та корегування: М. Я. Біліченко, Г. Г. Півняк, О. О. Ренгевич, В.І.

Таоасов. А. М. Варшавський. О. В. Денищенко. Ю. М. Зражевський, О. С. Пригунов, В. С. Троцило, Ю. М. Шендерович; Заг. редагування доповнень та змін проф. М. Я. Біліченка - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005. – 636 с.

13. Хомик Н.І. Х 76 Деталі машин: курс лекцій / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. - Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 160с.

14. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. - Харків: НТУ «ХП», 2020. – 275 с.

15. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов деталей машин. - М.: Высшая школа, 1985. – 416 с.

16. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник - К.: Кондор, 2005. – 594 с.

17. Глиняна, Н.М. Охорона праці у ливарному виробництві: курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 «Металургія» / Н.М.Глиняна. - Краматорськ: ДДМА, 2009. – 184 с.

18. Полетаєв В. П. Охорона праці в галузі (для спеціальності «Металургія чорних металів»): навчальний посібник / В. П. Полетаєв, О. А. Крюковська / під ред. д.т.н., проф. А. П. Огурцова. - Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 363 с.

ДОДАТКИ

Поз. познач.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	33			
	Документація							
	БР-131.24.02.02.00.00.КС Привод							
	Збірні одиниці							
	Ролик		2					
	Ролик		2					
	Ролик упорний		2					
	Роликоопора жолобчата		4					
	Ролик натяжний		1					
	Ролик підтримуючий		4					
	Ролик приводний		1					
	Механізм підйому		1					
	Рама		1					
	Опора		2					
Скрипник	Огородження		1					
	Огородження		1					
	Огородження		1					
	Муфта зубчаста		1					
	Муфта зубчаста		1					
	Ходова частина		1					
	Стрічка транспортна		1					
	Деталі							
18	Бобишка		11					
19	Плита		2					
20	Шків		1					
21	Прокладка		16					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР-131.24.02.02.00.00.КС Привод галтовочного барабана			
Розроб.	Алтухов					КП	Арк.	Аркушів
Перевір.	Скрипник О.							
Реценз.	Скрипник О.					ЦНТУ гр. ПМ(ОЛ)-20		
Н. Контр.	Скрипник О.							
Затверд.	Кузіук О. В.							

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	34
		<u>Документація</u>			
	БР-131.24.02.01.00.00.Вз	Галтовочний			
		барабан неперервної дії			
		Збірні одиниці			
1	Привод		1		
2	Барабан		1		
3	Кожух нижній		1		
4	Кожух верхній		1		
5	Огородження		1		
6	Електроустаткування		4		
7	Привод		1		
8	Таблиця заводська		1		
		Стандартні вироби			
		Болт ГОСТ 7798-70			
9	M6x16.59.029		24		
10	M16x50.56.029		14		
11	M16x56.029		4		
		Гайки ГОСТ 5915-70			
12	2M65.029		24		
13	2M12.5.029		14		
14	2M24.5.029		16		
15	2M16.6.029		4		
		Шайби ГОСТ 6402-70			
16	6.65Г.029		24		
17	12.65.Г.029		15		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Алтинхов				
Перевір.	Скрипник О.				
Реценз.	Скрипник О.				
Н. Контр.	Скрипник О.				
Затверд.	Квзілк О. В.				
					БР-131.24.02.01.00.00.ВЗ
					Галтовочний барабан неперервної дії
					КП
					Арк.
					Аркуші
					ЦНТУ гр. ПМ(ОЛ)-20

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка	35
		<u>Стандартні вироби</u>					
24		Ланцюг ПР-254-5000			1		
		ГОСТ 10947-64					
25		Ланка С-ПР-25Н-5000			1		
		ГОСТ 10947-64					
		Болт ГОСТ 7798-70					
27		М10х20.56.029			11		
28		М10х35.56.029			4		
29		М12х35.56.029			6		
30		М16х75.56.029			4		
31		М24х100.056.029			8		
32		Болт М8х20.56.029			1		
		ГОСТ 7805-70					
33		Гвинт М12х35.56.029			4		
		ГОСТ 1476-64					
		Гайки ГОСТ 5915-70					
34		2М10.6.029			4		
35		2М12.6.029			6		
36		2М16.6.029			4		
37		2М24.6.029			8		
		Шайби ГОСТ 6402-70					
40		10.65Г.029			15		
41		12.65Г.029			6		
42		16.65Г.029			4		
43		24.65Г.029			8		
44		Шайба 2.24.01.029			4		
		ГОСТ 6958-68					
45		Шайба 16.02.029			4		
		ГОСТ 10906-66					
46		Шайба 24.02.029			8		
		ГОСТ 10906-66					
					БР-131.24.02.01.00.00.ВЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
					Лист		

