

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 МАШИНИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ
ВІДЛИВОК З КОНСТРУКЦІЙНОЮ
РОЗРОБКОЮ ДРОБОМЕТНОГО БАРАБАНА

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма Галузеве машинобудування

Виконав: здобувач вищої освіти
групи Мс-21

Мельник Євгеній Ігорович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Мартинюк Віктор Леонідович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Пуць Віталій Степанович

(підпис)

Луцьк – 2023 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
«___» _____ 202__ р.

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

Мельника Євгенія Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Проектування машини для очищення відливок з конструкційною розробкою дробометного барабана*

Керівник роботи: к.т.н., доцент Мартинюк Віктор Леонідович

затверджені наказом вищого навчального закладу від «28» грудня 2022 р. №993/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «8» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи *Технічна документація. Патентні матеріали. Технічні умови.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): *Вступ. 1 Огляд способів очищення деталей способи обробки деталей технологічним середовищем. Огляд обладнання для об'ємної обробки деталей.*

Дробометальні очисні машини. 2 Проектно- конструкторська частина.

Конструкція дробометного барабану. Розрахунок параметрів машини

3 Експлуатаційна частина. Послідовність роботи дробометного барабану.

Техніка безпеки при роботі з дробометним барабаном. Рекомендації з експлуатації та утримання барабана у працездатному стані. Висновки.

Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу:

1.Барабан дробометальний, схема кінематична – 1 лист ф. А1

2. Барабан дробометальний, вид загальний – 3 лист ф. А1

3. Апарат дробометальний, складальний кресленник –1 лист ф. А1

4. Апарат дробометальний удосконалений, складальний кресленник, робоче креслення деталі, 3-D модель –1 лист ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «28» грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми. Вступ.</i>	<i>28.01.2023 р.</i>	
2.	<i>1 Оглядова частина</i>	<i>25.02.2023 р.</i>	
3.	<i>2 Проектна частина</i>	<i>06.05.2023 р.</i>	
4.	<i>3 Рекомендації з експлуатації модернізованої машини</i>	<i>27.05.2023 р.</i>	
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>03.06.2023 р.</i>	
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини</i>	<i>08.06.2023 р.</i>	
7.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>08.06.2023 р.</i>	
8.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>02.06.2023 р.</i>	
9.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>14.06.2023 р.</i>	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

(Мельник Є.І.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

(Мартинюк В.Л.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мельник Є.І. Проєктування машини для очищення відливок з конструкційною розробкою дробометного барабана. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, додатків.

У роботі удосконалено конструкцію дробометального барабану. Використання розробленої конструкції дозволяє знизити енерговитрати та підвищити продуктивність, функціональність та якість обробки деталей.

Ключові слова: ОЧИЩЕННЯ, ДРОБОМЕТНИЙ БАРАБАН, ПРИВОД, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Мельник</i>				<i>Проєктування машини для очищення відливок з конструкційною розробкою дробометного барабана</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Мартинюк</i>						<i>з</i>	<i>63</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Мартинюк</i>					<i>ЛНТУ, ФТМІ, гр. Мс-21</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Піць</i>							

ANNOTATION

Melnyk Y.I. Designing a machine for cleaning castings with structural development of a shot-blasting drum. Manuscript.

Qualification work of the bachelors degree program «Industrial Machinery Engineerig» in the specialty 0715 Mechanics and Metal Trades. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, a list of references, and appendices.

The work improves the design of a shot blasting drum. The use of the developed design allows for reducing energy consumption and increasing productivity, functionality, and quality of part processing.

Keywords: CLEANING, SHOT BLASTING DRUM, DRIVE, PRODUCTIVITY, EFFICIENCY.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
1 ОГЛЯД СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ	9
1.1 Способи обробки деталей технологічним середовищем.....	9
1.2 Огляд обладнання для об'ємної обробки деталей	11
1.3 Галтовочне очищення	15
1.4 Дробикидний метод очищення	20
1.5 Дробометальні очисні машини	30
1.4 Мета і завдання кваліфікаційної роботи	42
2 ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	43
2.1 Конструкція дробометного барабану	44
2.2 Розрахунок параметрів машини.....	47
3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	53
3.1 Послідовність роботи дробометного барабану	53
3.2 Рекомендації з догляду за дробометним барабаном	54
3.3 Техніка безпеки при роботі з дробометним барабаном	55
3.4 Рекомендації з експлуатації та утримання барабана у працездатному стані.....	57
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	63

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Технічний рівень сучасної промислово-розвиненої країни оцінюється переважно за виробництвом продукції металургійної промисловості, такої як чавун, сталь, прокат і литі заготовки. Розвиток галузей, таких як машинобудування, енергетика, верстатобудування, автомобілебудування і багато інших, визначає обсяг та якість металургійної продукції. Прогнозується, що сплави на основі заліза і кольорові метали продовжуватимуть залишатися основними конструкційними матеріалами протягом ХХІ століття.

Подальший розвиток України полягає у впровадженні нових матеріально-енергозберігаючих технологій у виробництві металевих деталей і заготовок для всіх галузей промисловості.

Висока конкурентоспроможність металопродукції на внутрішньому та глобальному ринках залежить від швидкого впровадження передових досягнень техніки і технологій на підприємствах. Використання застарілих методів та устаткування призводить до зниження якості литих деталей, оскільки точність, експлуатаційні характеристики та зовнішній вигляд погіршуються, а також зменшується надійність та тривалість експлуатації машин і механізмів.

Тому, для поліпшення конкурентоспроможності продукції, яка включає в себе литі деталі, важливим завданням є проектування, інновації, реконструкція та технічне переозброєння існуючих ливарних виробництв. Литі заготовки використовуються в більшості галузей промисловості. В середньому, маса литих деталей в машинах різних типів становить від 40% до 80%, проте вартість та трудомісткість їх виготовлення не перевищують 25% від загальних витрат на виріб.

Лиття фасонних заготовок шляхом заливання металу у форми є найпростішим і доступним методом виробництва. Литвом називають сплави заліза з вуглецем, кремнієм та металами з різною кількістю легуючих елементів, таких як марганець, крім нього можуть використовуватися литво на основі алюмінію, міді та інших металів. Литво використовується в багатьох галузях промисловості, зокрема в

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

автомобілебудуванні, машинобудуванні, виробництві електроенергетичного обладнання тощо. Литі заготовки найбільш точно відповідають розмірам і конфігурації готових деталей, що дозволяє значно зменшити обсяг механічної обробки порівняно з іншими методами виготовлення заготовок. Завдяки ливарним сплавам, литтям можна виготовити заготовки різних розмірів, складності і маси протягом короткого періоду часу, забезпечуючи необхідні механічні і експлуатаційні властивості [1].

Деталі, які виробляються литтям, потребують подальшої трудомісткої зачищувальної обробки, яка зазвичай виконується вручну або за допомогою маломасштабних механізованих засобів. Галтувальні барабани з обертальним рухом робочої ємності, а також вібраційні машини, які застосовуються для цих операцій, часто мають низьку продуктивність.

Для підвищення продуктивності обробки деталей можна використовувати інтенсифікацію руху технологічного середовища (деталей та наповнювачів) у робочих ємностях шляхом забезпечення їх складного просторового переміщення. Перспективним варіантом може бути застосування різних типів обладнання зі складним тривимірним рухом робочих ємностей.

До сьогоднішнього дня не існує загальних підходів та рекомендацій щодо визначення впливу конструктивних та технологічних параметрів на продуктивність та якість об'ємної обробки деталей в об'ємних ємностях під час виконання різних технологічних операцій. Також немає можливості передбачити технологічний результат на етапі проектування. Більшість підприємств в Україні використовують застарілі конструкції галтувальних барабанів з рухом робочої ємності, а також вібраційні машини, які мають низьку продуктивність. Це пояснюється відсутністю технічної інформації щодо раціональної експлуатації машин зі складним рухом робочих ємностей. Крім того, використання перспективних типів обладнання зі складним просторовим рухом робочих ємностей стикається з проблемами їх експлуатаційних властивостей. Зокрема, у кінематичному ланцюзі таких машин є пасивний зв'язок, який негативно впливає

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на термін експлуатації та може призвести до передчасного виходу з ладу обладнання [2].

Однією з технологічних операцій з обробки деталей після лиття є очищення поверхонь від залишків піскової форми, шлаку та інших забруднень за допомогою дробометних барабанів. Однією з переваг дробометних барабанів для очищення литих деталей є їх висока ефективність в очищенні великої кількості деталей за короткий час.

Крім того, дробометні барабани дозволяють досягти високого ступеня чистоти деталей, що може бути особливо важливим для виробництва деталей з високою точністю та якістю. Дробометні барабани також можуть бути налаштовані для обробки деталей різної форми та розміру, що дозволяє забезпечити оптимальну обробку для кожної конкретної деталі. Використання дробометних барабанів для очищення деталей після лиття може знизити час та затрати на наступні етапи обробки деталей, а також забезпечити високу якість та точність виготовлених деталей. Однак існуючі дробометні барабани мають певні недоліки, такі як недостатня продуктивність, низька якість обробки, висока вартість тощо. Тому удосконалення дробометного барабана може допомогти вирішити ці проблеми та покращити ефективність обробки литва.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

1 ОГЛЯД СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Способи обробки деталей технологічним середовищем

Після процесу лиття деталей можуть бути застосовані різні способи обробки для поліпшення їх якості, точності та фінального вигляду.

Галтування є загальною назвою для обробки деталей у рухомих ємностях технологічним середовищем. Цей процес включає в себе очищувальні технології, такі як очищення поверхонь від задирок, облою та окалин, покращення якості поверхонь шляхом заокруглення гострих країв, відділення деталей від ливників, а також шліфування та полірування [1].

Очищувальні операції є дуже трудомісткими і можуть займати до 80% часу виробничого циклу. Існують три способи очищення поверхонь деталей та покращення їх якості. Перший спосіб включає в себе ручну працю або застосування маломасштабних механізованих засобів, проте такий підхід є малоефективним і вимагає багато часу та робочої сили. Другий спосіб передбачає використання універсальних верстатів (токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних) і застосовується при виготовленні деталей, де потрібно зняття точно визначеного припуску. Третій спосіб використовує обробку деталей технологічним середовищем у рухомих робочих ємностях, що з точки зору механізації є найбільш ефективним способом в процесі очищувальної обробки деталей.

Використання галтувальних машин різної конструкції, дробометних установок, вібраційних, інерційних та інших пристроїв є типовим при обробці деталей за допомогою обробки деталей у рухомих ємностях. Цей процес не дозволяє забезпечити зняття точно визначеної величини припуску з поверхні виробу, оскільки місця зіткнень між деталями нерівномірно розподіляються по поверхні, що призводить до нерівномірного рівня обробки поверхні деталі. Тому цей спосіб застосовується для обробки деталей, де не вимагається висока точність

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмірів, а якість обробки можна визначити на основі органолептичного методу (спираючись на оцінку людськими почуттями).

Так, метод обробки деталей при русі в технологічному середовищі включає механічні контакти, які виникають при зіткненні оброблюваних деталей між собою, з абразивними частинками технологічного середовища, а також з внутрішніми стінками робочої ємності. Ці зіткнення призводять до різних ефектів обробки, таких як пластична деформація, мікрорізання, згладжування нерівностей, відділення ливників, очищення поверхні деталі, заокруглення гострих країв.

Цей метод використовується для досягнення бажаної якості поверхні та форми деталі шляхом механічного впливу на неї під час руху в технологічному середовищі. Його застосовують для обробки деталей, які не вимагають високої точності розмірів, але потребують покращення якості поверхні та форми шляхом видалення заусенців, задирок, облою та окалин, а також для створення заданого стану поверхні деталі, наприклад, заокруглення гострих країв для безпеки або поліровки для естетичного вигляду.

Абразивна обробка поверхні деталей має свої особливості, і кількість співударів та ефективність обробки можуть залежати від розміру та форми деталей, а також від конструкції і параметрів оброблювального середовища.

Відмінність в співударах та ефективності обробки в різних зонах поверхні деталей, які мають отвори, заглиблення, проточки, плоскі поверхні, виступи, кромки, кути та гострі краї, обумовлена їх геометрією та доступом абразивних частинок до цих зон. Наприклад, у виступах, кромках та гострих краях співударі виникають частіше, тому обробка в цих зонах є більш інтенсивною.

При виборі гранулометричного складу та зернистості абразивного середовища враховують точність розмірів виробів, шорсткість поверхні та продуктивність обробки. Розмір гранул наповнювача, якщо це можливо, повинен бути менше вдвічі від розміру мінімального оброблюваного отвору виробу. Якщо отвори не підлягають обробці, то розмір гранул повинен бути, принаймні, втричі більше за розмір найбільшого отвору у виробі[10].

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Огляд обладнання для об'ємної обробки деталей

Найпоширенішим обладнанням для обробки деталей є машини типу обертові барабани. Основною конструкцією такого обладнання є робоча ємкість у формі циліндричного барабану, який обертається навколо своєї горизонтально розташованої осі. Однак існують різноманітні технічні рішення, спрямовані на вдосконалення цієї конструкції та підвищення ефективності процесів обробки.

Наприклад, використовуються робочі ємкості з гранованим профілем або зі зміщеною віссю обертання, нахиленими віссю обертання. Існують також галтувальні барабани V-подібної форми, в яких дві циліндричні камери з'єднані між собою під кутом 30° - 75° . Інші конструкції можуть включати діафрагму з гвинтовою геометричною формою або робочу грановану ємкість, складену з концентрично розташованих складових конусовидної або іншої форми, що можуть обертатися в зустрічних напрямках.

Деякі пристрої для поверхневої обробки деталей містять робочу камеру, яка може обертатися навколо своєї осі, та змішувальну камеру з лопатями, розташовану всередині робочої камери. Ці технічні рішення спрямовані на покращення процесів обробки та забезпечення якісної обробки деталей [3-6].

Використання таких технічних рішень може допомогти зменшити витрати часу на обробку деталей та покращити ефективність процесу обробки.

Вібраційні машини використовуються для обробки деталей шляхом послідовного нанесення мікроударів по їх поверхні. Ці мікроудари виникають під час зіткнень деталей між собою, зі стінками контейнеру та з твердими частинками наповнювача під час вібраційного руху технологічного середовища в машині.

Галтувальні барабани використовуються для очищення невеликих (до 60 кг) виливків з простою формою, виготовлених із чавунів та сталей. Поверхня виливків очищується завдяки співударянню та тертю під час їх переміщення у барабані, який безперервно обертається горизонтально. Галтувальні барабани мають просту конструкцію, але їх продуктивність невелика.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Сфера застосування вібраційних машин досить обмежена, оскільки вони використовуються переважно для обробки деталей невеликих розмірів. Максимальна величина припуску, який можна видалити з поверхні деталі за допомогою вібраційної машини, зазвичай не перевищує 0,025 мм [4].

Однак існує факт негативного впливу вібрацій на конструкцію самої машини, який може створювати додаткові сили, відомі як динамічний тиск. Цей динамічний тиск також передається на основу машини, що може негативно впливати на її кріплення та порушувати зв'язок між основою та машиною.

У вібраційних машинах часто використовується конструкція з U-подібного підпружиненого контейнера, віброзбудника з дебалансами, пружини та ротора електродвигуна. Деякі машини також мають шпиндельну конструкцію, де деталі закріплюються на кінці шпинделя, що занурюється в робочу ємкість з абразивним матеріалом. Шпинделю надається обертальний або коливальний рух, а абразивному матеріалу - вібраційний рух.

Для очищення дрібних виливків від пригару й окалини великосерійного і масового виробництва використовують вібраційні установки. Очищення здійснюється за допомогою абразиву, який знаходиться разом з виливками у вібраційному контейнері. Цей контейнер має частоту коливання від 1000 до 2000 за хвилину з амплітудою 2...6 мм.

Віброконтанейнер обладнаний електроприводом і пружною підвіскою. Він установлений на чотирьох повітряних балонах, які дозволяють регулювати амплітуду коливань контейнера у разі зміни тиску повітря. Під час роботи установки до контейнера подається розчин для промивання виливків і видалення відходів.

Складні конструкції вібраційних машин використовуються для змішування сипких продуктів, наприклад, лотково-підйомні вертикально-вібраційні змішувачі. Ці машини мають спеціальну лоткову конструкцію, що дозволяє ефективно змішувати і переміщувати сипкі матеріали. Вони забезпечують оптимальний процес змішування за рахунок комбінації вертикальних та

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

вібраційних рухів, що створюються спеціально розробленими пружинами та ротором.

Загалом, вібраційні машини мають свої переваги та обмеження. Вони ефективні для обробки деталей малих розмірів, проте не рекомендуються для деталей з великими припусками. Також необхідно враховувати негативний вплив вібрацій на саму конструкцію машини та її основу.

Крім того, існують інші типи оброблювальних машин, які використовуються в промисловості, наприклад, турбінні машини, машини з використанням ультразвуку, обертово-обертальні машини тощо. Кожен тип машин має свої особливості, переваги та області застосування, і вибір відповідного обладнання залежить від конкретних вимог технологічного процесу та оброблюваних матеріалів.

Для очищення середніх і великих виливків використовуються дробометальні барабани і камери. Очищення виливків здійснюється за допомогою потоку чавунного або сталевого дроби, який спрямовується на поверхню вилівка за допомогою спеціальних головок або апаратів. Висока продуктивність і якість очищення досягаються завдяки високій швидкості потоку дроби (70...80 м/с), створеного обертовим робочим колесом ротора, що обертається зі швидкістю близько 2250 обертів на хвилину.

Залежно від маси і розмірів виливків, які потребують очищення, існують три типи дробометального очисного устаткування:

Барабани - призначені для виливків масою від 25 до 400 кг;

Столи - використовуються для виливків масою від 100 до 500 кг з розгалуженими поверхнями і розмірами від 450x300 до 900x600 мм;

Камери - призначені для виливків масою від 300 до 10000 кг.

Для очищення середніх і великих виливків застосовуються дробоструминні апарати. Очищення виливків здійснюється за допомогою потоку чавунного дроби, який викидається стиснутим повітрям через спеціальне сопло дробоструминного апарата при тиску 0,5...0,6 МПа.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для очищення важких і особливо важких виливків масою від 10 до 30 тонн використовуються дробометально-дробоструминні камери. Ці камери мають розміри в плані 6х6 метрів і більше. Очищення виливків здійснюється потужним потоком чавунного дроби, який одночасно викидається дробометальними головками і соплами дробоструминних апаратів.

Так, при обробці виробів з використанням дробометних машин, основним принципом є використання кінетичної енергії направленою потоку середовища для впливу на оброблювані вироби. Дробометні машини використовуються для зняття нерівностей, шліфування, полірування та очищення поверхонь.

У цих машинах використовується потік абразивних матеріалів, таких як пісок, керамічні кульки або сталеві кульки, які рухаються під впливом струму стиснутого повітря або води. Цей потік має високу швидкість і направлену силу, яка при контакті з поверхнею виробу спричиняє знос та зняття матеріалу, покращення шорсткості поверхні та отримання необхідного фінішного стану.

Кінетична енергія потоку дроби використовується для розбиття, зношування або зняття шару матеріалу з поверхні оброблюваного виробу. Цей процес може бути контрольованим, регульованим і дозволяє досягти певної точності розмірів, шорсткості та якості обробки поверхні.

Дробометні машини широко використовуються в різних галузях промисловості, включаючи металообробку, автомобільну, авіаційну, суднобудівну, а також виготовлення скла, кераміки та інших матеріалів. Вони дозволяють досягти високої якості обробки, ефективно виконувати завдання з вирівнювання поверхонь та полірування, а також забезпечують широкі можливості для контролю процесу обробки.

Дробометні машини можуть бути використані для обробки різних типів матеріалів, включаючи метали, кераміку, скло, пластмаси та інші. Це робить їх універсальними і зручними для вирішення різноманітних завдань у багатьох галузях промисловості. Вони забезпечують швидку обробку виробів завдяки великій швидкості потоку дроби. Це дозволяє ефективно обробляти велику кількість деталей за короткий проміжок часу, що підвищує продуктивність

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

виробничого процесу. Використання дробометних машин дозволяє досить точно контролювати параметри обробки, такі як швидкість потоку дробу, тиск, розмір абразивних частинок тощо. Це дає можливість досягати бажаної якості обробки та виконувати специфічні вимоги щодо розмірів та шорсткості поверхні виробів. Дробометні машини ефективно усувають нерівності, заусенці та браки на поверхні виробів. Вони також забезпечують можливість отримати високий фінішний стан поверхні шляхом полірування та згладжування. Це особливо важливо для виробів, які вимагають високої якості зовнішнього вигляду та точності розмірів. Ці машини можуть бути налаштовані для виконання різних видів обробки, включаючи очищення поверхонь, декапаж, матове або глянцеve полірування, збільшення адгезії покриттів тощо. Це дозволяє задовольнити вимоги різних застосувань та забезпечити широкий спектр можливостей обробки. Використання дробометних машин може бути економічно вигідним, особливо при великосерійному або масовому виробництві. Швидкість та продуктивність обробки дозволяють знизити час та витрати на виготовлення виробів, а також зменшити витрати на ручну працю. Дробометні машини працюють на основі впливу потоку абразивних частинок на вироби, що дозволяє досягати обробки без прямого контакту з деталями. Це дозволяє уникнути пошкоджень чутливих або складних деталей, а також позбавляє необхідності використання фіксаційних пристроїв. Дробометні машини можуть бути легко інтегровані в автоматизовані лінії виробництва. Це дозволяє досягати високої ефективності та точності обробки, а також забезпечує зручну настройку та контроль процесу через програмне керування.

1.3 Галтовочне очищення

Галтовочні барабани (рис. 1.1) є ефективним засобом для забезпечення високої якості поверхні виливків. Ці барабани можуть бути використані як у періодичному, так і у безперервному режимі роботи. Очищення виливків у

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

галтовочному барабані відбувається шляхом їх взаємних зіткнень і тертя про стінки барабана. Додатково, спеціально виготовлені зірочки з білого чавуну завантажуються у барабан для підвищення інтенсивності процесу. Рекомендована кількість зірочок для завантаження становить приблизно 30-35% від маси виливків.

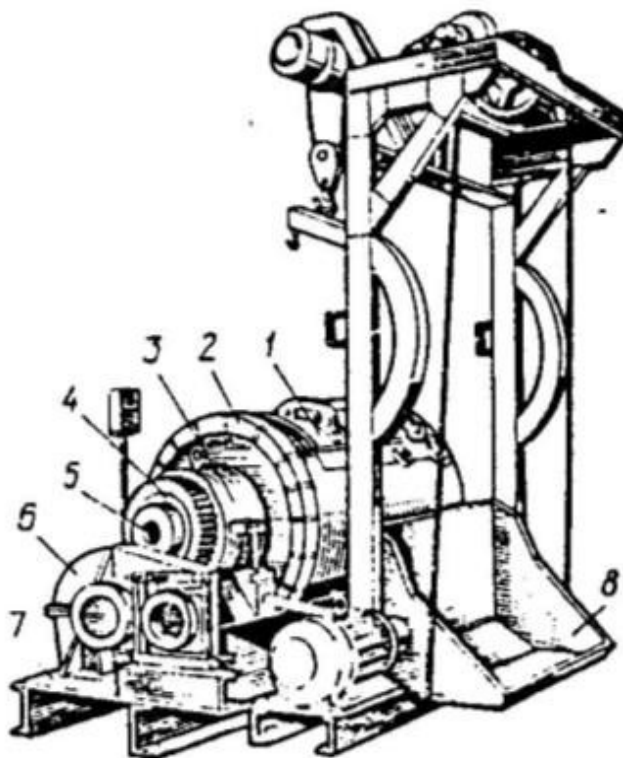


Рисунок 1.1 Галтовочний барабан

Під час процесу очищення поверхні виливків у галтовочному барабані відбувається одночасно вибивка стрижнів і відбивка літників. Основні складові галтовочного барабана включають раму зі стійками 7 і робочу обичайку 1 барабана. Робоча обичайка барабана підвішена на цапфах 4, які знаходяться у підшипниках 3, що встановлені на стійках рами.

У обичайці барабана розташований завантажувальний люк, який може бути закритий кришкою 1 замком. Для забезпечення відведення пилу передбачений патрубок 5, що з'єднується з цапфою барабана й цеховою вентиляцією. Привід барабана здійснюється за допомогою електродвигуна через редуктор 6. Для

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

завантаження виливків барабан може бути оснащений скіповим підйомником 8. Керування барабаном і скіповим підйомником здійснюється з одного пульта.

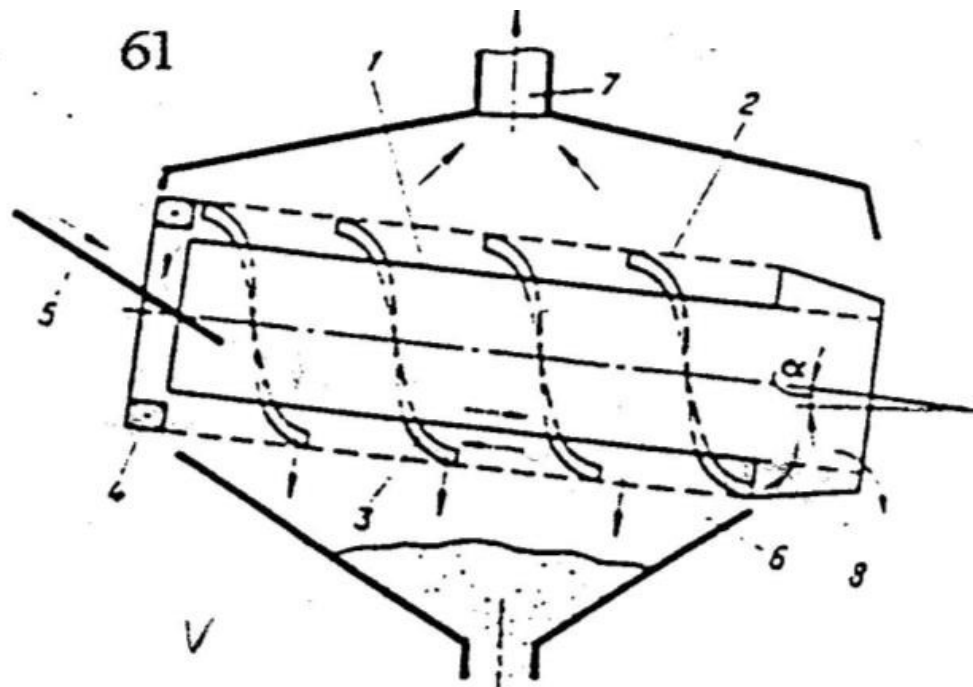


Рисунок 1.2 Схема барабана безперервної дії

Схема барабана безперервної дії, що показана на рис. 1.2 відрізняється від інших конструкцій. Барабан встановлений під кутом до горизонту, що дозволяє виливкам разом із зірочками рухатись уздовж осі при обертанні барабана.

Виливки, які підлягають очищенню, безперервно завантажуються в барабан за допомогою пластинчастого конвеєра по похилому лоткові. Очищені виливки безперервно виходять з барабана з іншого його кінця. Зірочки, разом з очищеною від виливок сумішшю, на вихідному кінці барабана попадають у кільцевий простір між внутрішньою й зовнішньою стінками барабана через отвори у внутрішній стінці. Тут знаходяться гвинтові лопати, які переносять зірочки при обертанні барабана назад до його завантажувального кінця. Суміш, просіваючись через дрібні отвори в зовнішній стінці барабана, збирається в бункері. Зірочки, досягнувши завантажувального кінця барабана, піднімаються лопатками 4 і подаються на лоток 5, по якому разом з завантажуваними виливками повторно потрапляють у робочий простір барабана.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Галтовочний барабан безперервної дії зображений на рис. 1.3 складається з обичайки, до якої з обох кінців приварені конуси 1 для завантаження й вивантаження виливків. Вісь обичайки може бути нахилена до горизонту під кутом 4...10°, і цей нахил регулюється. Завдяки цьому нахилу виливки при обертанні обичайки переміщуються вздовж неї й очищаються від пригару й окалини завдяки взаємному тертю.

Частини барабана, що обертаються, захищені кожухом 2, який з'єднується з цеховою вентиляцією за допомогою патрубка. Привід барабана здійснюється за допомогою електродвигуна 4, черв'ячного редуктора 3 і приводних катків. Обичайка розташована на вільно обертових опорних катках 5. Паралельно з барабаном розташований конвеєр 6 для збирання очищених виливок, який приводиться в рух електродвигуном 7. Кут нахилу обичайки можна регулювати за допомогою механізму підйому 8.

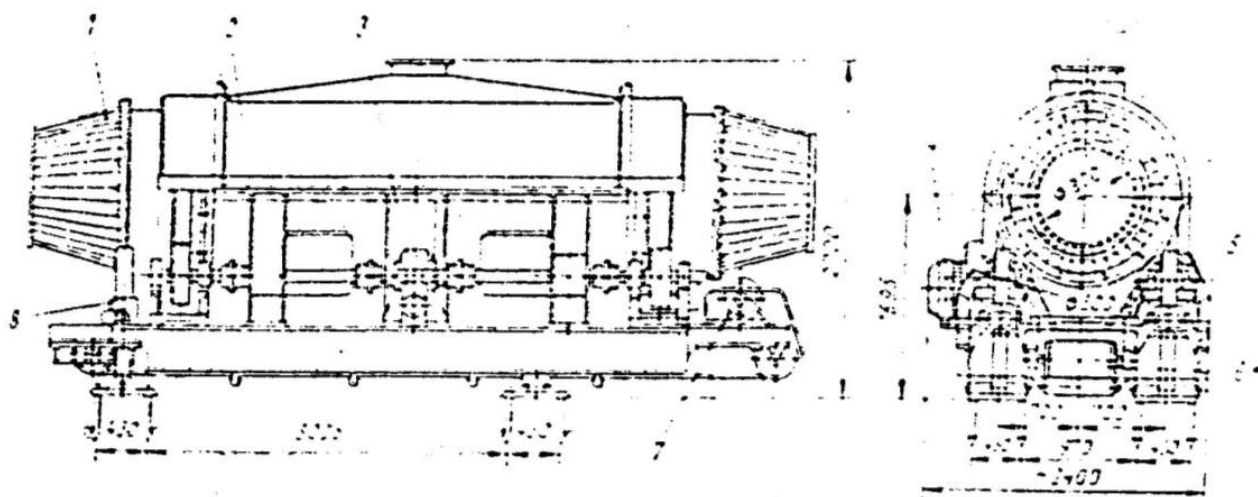


Рисунок 1.3 Галтовочний барабан безперервної дії

На рис. 1.4 показана інша конструкція галтовочного барабана. У цій конструкції корпус барабана обертається на цапфах. Цапфи виготовляються пустотілими, що дозволяє здійснювати відсмоктування повітря з порожнини барабана через одну цапфу, а подавати зовнішнє повітря в барабан через іншу цапфу.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.4 Дробикидний метод очищення

Дробикидний метод очищення проводиться з використанням дробу із чавуну й сталі а також з дробу з кольорових сплавів, таких як алюміній і мідь.

Суть дробикидного очищення полягає в тому, що струмінь дробі, розганяється в спеціальному дробикидному апараті до швидкості в діапазоні від 40 до 100 м/с, та направляється на поверхню, яка очищається.

Для надання струменю дробі високої швидкості використовуються усмоктувальні та нагнітальні дробиструминні апарати, які показані на рисунку 1.5. Ці апарати складаються з герметично закриваємого бака, в якому дріб утримується під тиском стисненого повітря. Під дією сили тяжіння та тиску стисненого повітря, який перебуває в баку вище, ніж у змішувальній камері, дріб захоплюється звідти через шланг до робочого сопла.

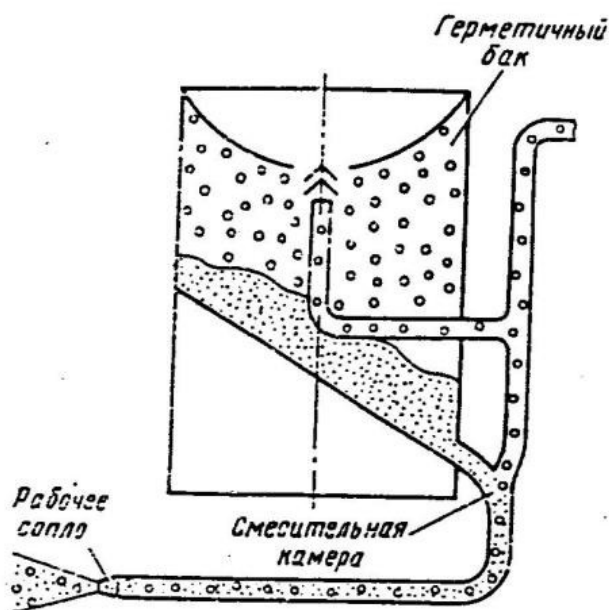


Рисунок 1.5 Схема дробоструминного апарата

Дробикидні очисні машини (зображення на рис. 1.6) складаються з різних компонентів, але основними елементами є дробикидні апарати 2, система циркуляції дробі (яка включає шнековий конвеєр 6, ковшовий елеватор 7 та інші компоненти), система сепарації дробі (яка містить барабанне сито 8 та повітряний

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

сепаратор 1), а також елементи огороження і системи відсмоктування пилу 3 і 4. Кожна машина може мати свою специфічну обладнання для подачі виливків під струмись дробі, а на схемі показано обертовий стіл 5 як приклад такого обладнання.

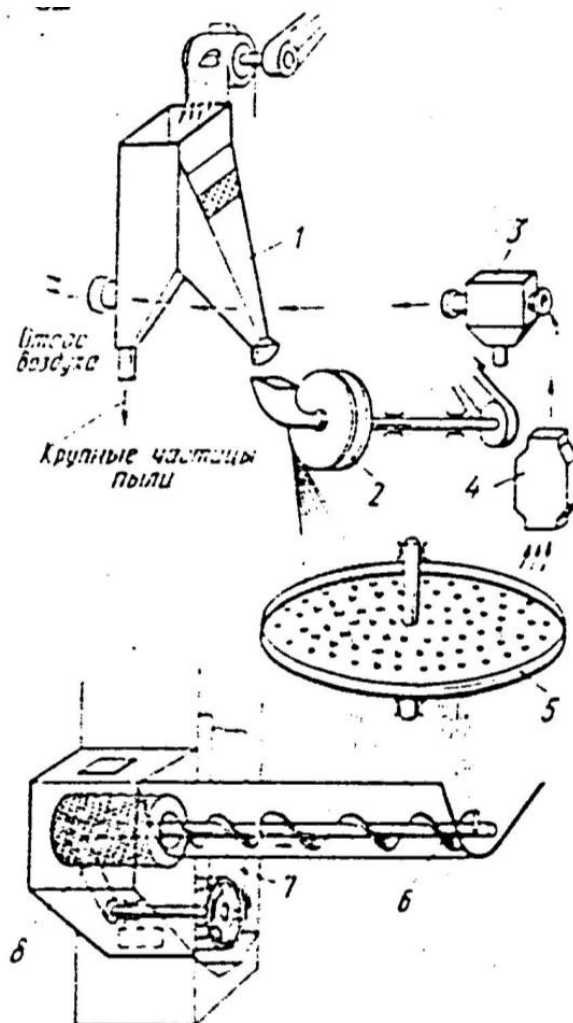


Рисунок 1.6 Дробикідна очисна машина

У процесі роботи дробикідної машини, виливки подаються на обертовий стіл 5, де вони попадають під струмись дробі, що виділяється з дробикідного апарату 2. Після очищення виливки проходять через систему циркуляції дробі, де вони повторно піддаються очищенню та сепарації дробі. Барабанне сито 8 і повітряний сепаратор 1 використовуються для відокремлення очищених виливок від використаного дробі. Елементи огороження і пилевідсмоктувачі 3, 4 служать для забезпечення безпеки та контролю пиловиділення під час процесу очищення.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Ці дробикидні очисні машини мають модульну структуру, що дозволяє адаптувати їх до різних вимог і умов роботи. Залежно від потреби, можуть бути використані різні типи дробикидних апаратів, систем циркуляції дробі та сепарації дробу, а також різні способи подачі виливок.

Устаткування для дробикидного очищення виливків може бути реалізоване у формі барабанів, столів, камер і спеціальних установок. Вибір конкретної конструкції залежить від методу подачі виливок під струмінь дробу та вимог до процесу очищення.

Періодична дія встаткування передбачає очищення виливок у певний період часу або за заданими інтервалами. У такому випадку, зазвичай, використовують барабани, де виливки розміщуються на обертовому барабані й піддаються дробикидному очищенню.

У безперервному режимі дії встаткування виливки постійно подаються під струмінь дробі і очищаються неперервно. В таких випадках можуть використовуватись столи, камери або спеціальні установки, де виливки розміщуються або подаються постійно для очищення.

Вибір між періодичним і безперервним режимами дії залежить від обсягу та швидкості очищення виливок, а також від вимог до продуктивності і автоматизації процесу очищення.

Лопаткове дробикидне колесо, яке зображене на рисунку 1.7, використовується для подачі дробу під струмінь з великою швидкістю. Ця конструкція складається з основного лопаткового колеса та розподільного колеса.

Процес подачі дробу відбувається наступним чином: дріб самопливом подається з лійки на лопатки розподільного колеса, яке обертається разом з основним лопатковим колесом. Розподільне колесо закручує потік дробу та викидає його через вікно нерухливої втулки 3, яка обгороджує колесо. Втулка закріплена на кронштейні за допомогою притискної планки з гвинтом.

Далі дріб, вилітаючи з вікна втулки розподільного колеса, підхоплюється робочими лопатками основного колеса. Робочі лопатки укріплені між двома дисками, які стягуються розпірними болтами. Під дією відцентрової сили дріб

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

сковзає по робочих лопатках колеса від центру до периферії і викидається з великою швидкістю вниз у вигляді віяла.

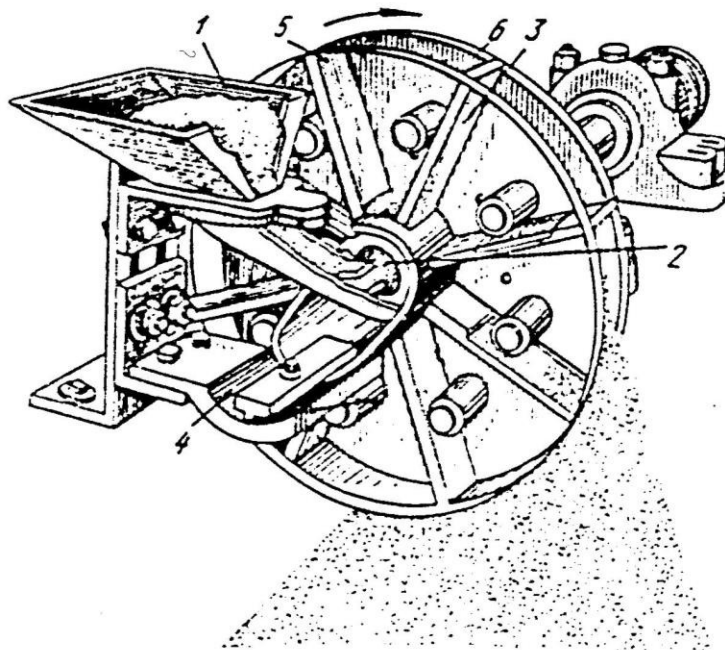


Рисунок 1.7 Лопаткове дробикидне колесо

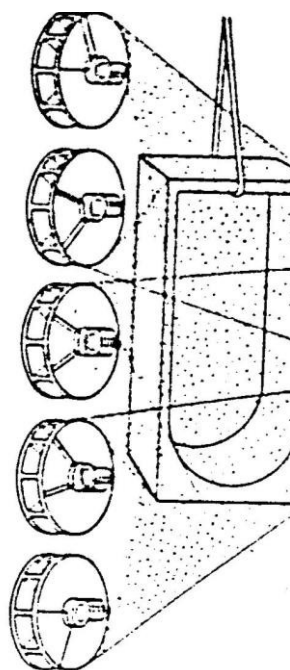


Рисунок 1.8 Принцип регулювання викидання дробу у дробикидному колесі

Така конструкція дробикидного колеса дозволяє ефективно подавати дріб і створювати потужний струмінь для очищення поверхонь виливків.

Варіюючи положення втулки 4 розподільного колеса, можна змінювати напрямок викидання дробу через вікно втулки і, отже, напрямок дробу, який викидається на виливки. Це дозволяє досягти більшої гнучкості в роботі та адаптувати процес очищення під конкретні вимоги і властивості виливків.

Основною перевагою цього дробикидного методу в технологічному плані є отримання високої чистоти поверхні виливків. Коли дріб викидається з великою швидкістю вниз у вигляді віяла, він ефективно очищає поверхні від забруднень, окислів та інших непотрібних шарів, залишаючи поверхню виливок чистою і готовою для подальшої обробки.

З економічної точки зору, цей метод дробикидного очищення також має переваги. В порівнянні з пневматичним дробиструйним очищенням, витрата енергії значно зменшується. Це робить процес більш ефективним та економічно вигідним, знижуючи витрати на енергію.

Отже, лопаткове дробикидне очищення змінює напрямок викидання дробу, що дозволяє досягти високої чистоти поверхонь виливків, і є економічно вигідним у порівнянні з іншими методами дробикидного та пневматичного очищення.

Камера очисна дробикидна періодичної дії, як показано на рисунку 1.9, призначена для очищення великих і важких виливків. Виливка розміщується на рухомому столі, який зазвичай має обертову платформу. Робочий простір камери виливок обертається на платформі під дією потоків дробу від кількох дробикидних апаратів.

Камери очисних виливок також зазвичай оснащені дробиструйними апаратами, які використовуються для очищення кишень та порожнин виливок. Ці апарати допомагають ефективно очищати виливки від залишків матеріалу та забруднень, що можуть бути важкодоступні для інших методів очищення.

Така конструкція камери очищення дозволяє забезпечити повний доступ до виливок та ефективно очищення їх поверхонь внаслідок обертальних рухів і потоків дробу. Цей метод дробикидного очищення є особливо корисним для великих і важких виливок, які потребують потужного очищення для досягнення високої якості поверхні.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

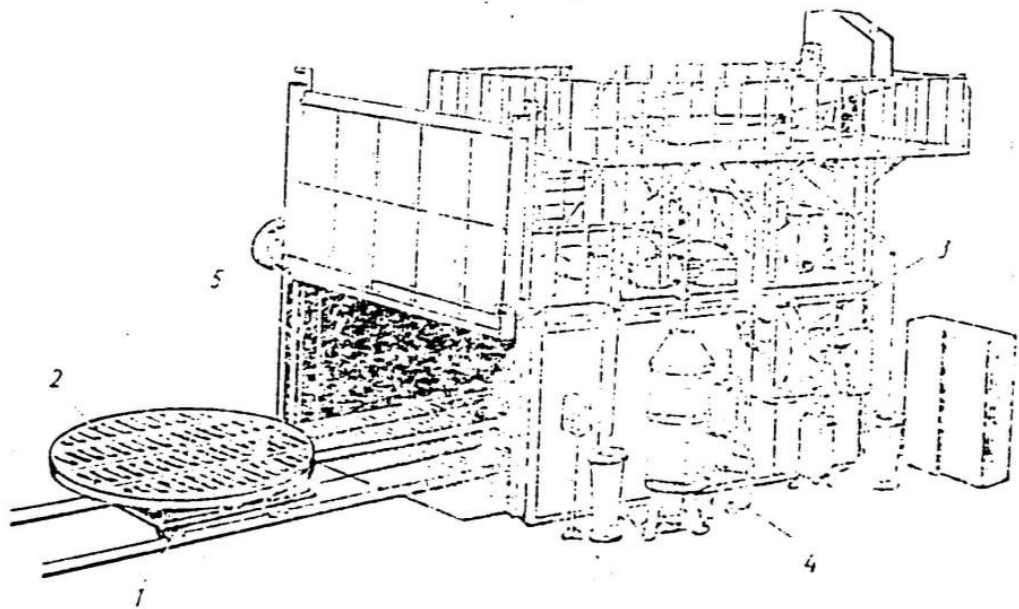


Рисунок 1.9 Камера очисна дробикидна періодичної дії

Камера очисна дробикидна безперервної дії, зображена на рисунку 1.10, використовується для безперервного очищення виливок. У цих камерах виливка закріплюється на підвісках 5, які ланцюгом подаються в зону очищення і обертаються там. Підставляючи виливку під потоки дробу, направлені дробикидним апаратом 1, виконується її очищення.

Камери безперервної дії оснащені потужними системами дробіочистки. Ці системи включають бункери 2, грохоти 3, елеватори 4, повітряні сепаратори 6. Бункери використовуються для зберігання дробу, грохоти відокремлюють великі частинки від дробу, елеватори відповідають за піднімання дробу, а повітряні сепаратори відокремлюють очищений дріб від відходів та пилу.

Крім того, в камерах безперервної дії присутні системи транспортування очищеного дробу 7. Ці системи використовуються для пересилання очищеного дробу до місця подальшого використання або зберігання.

Така конструкція камери очищення дозволяє забезпечити безперервне та ефективне очищення виливок шляхом подачі їх в зону дії дробикидного апарату. Результатом є отримання високої якості очищених виливок та можливість подальшого використання чистого дробу у виробничих процесах.

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 0066.00.00.000 ПЗ					

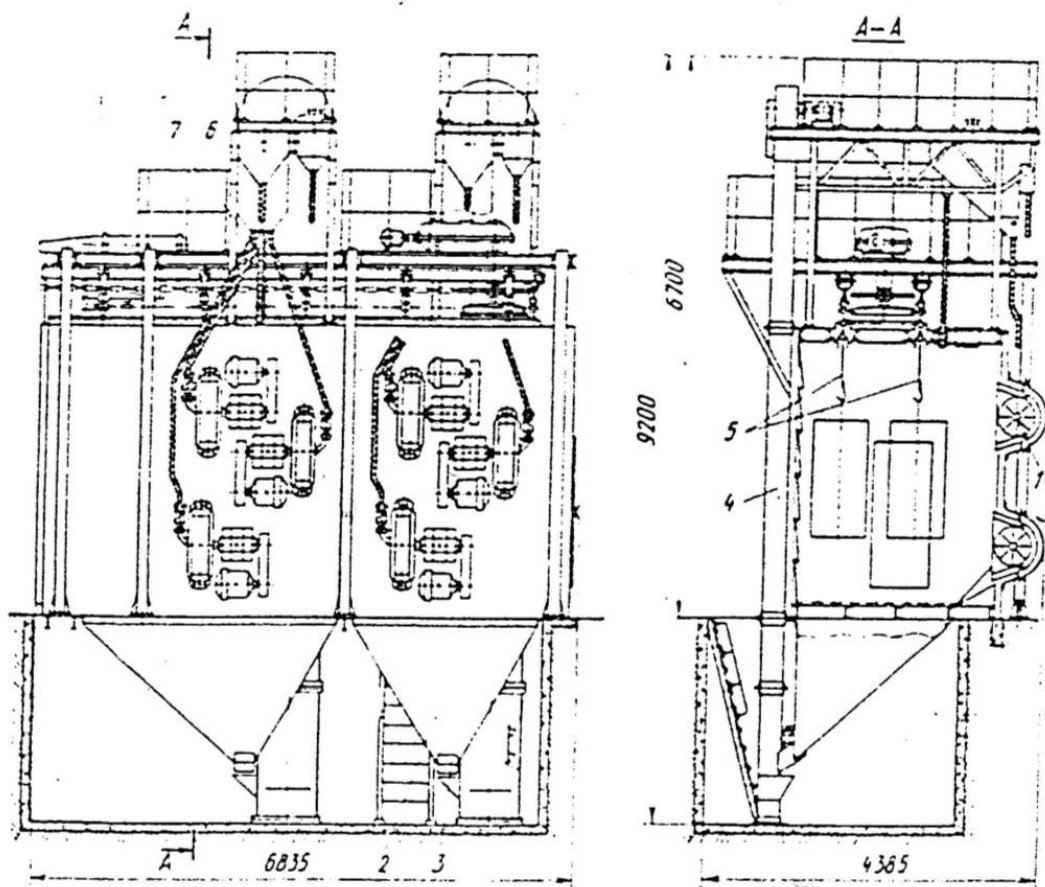


Рисунок 1.10 Камера очисна дробикідна безпервної дії

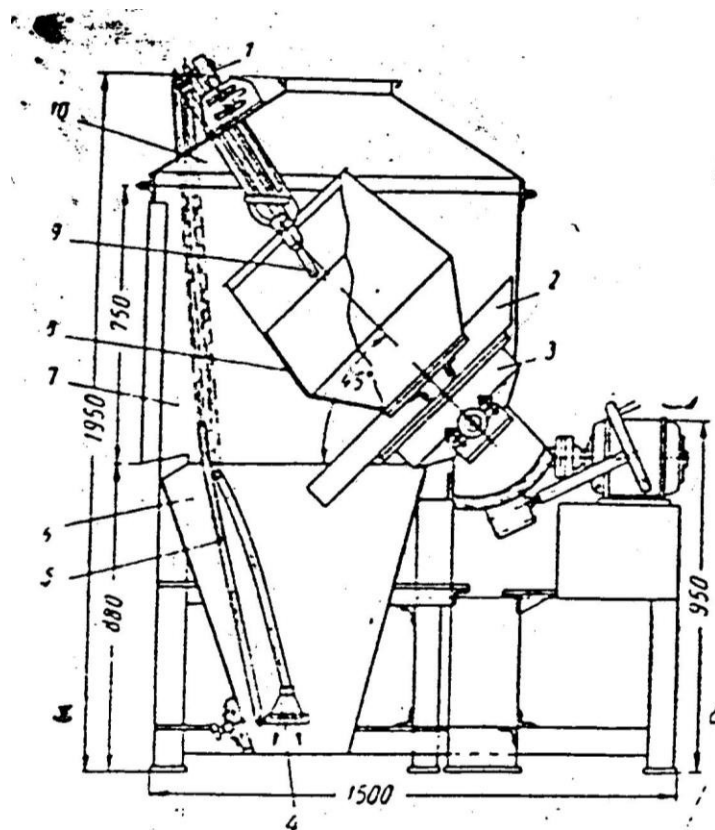


Рисунок 1.11 Схема гідро піскоструминного апарату

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Універсальні гідропіскоструминні апарати є широко використовуваними для очищення дрібних виливок, зокрема з кольорових сплавів. Рисунок 1.11 показує конструкцію такого апарату.

Очищення деталей проводиться в бункері 8 за допомогою води з піском. Співвідношення води до піску становить приблизно 50% води і 50% піску за вагою. Пісок змішується з водою в резервуарі 6. Для отримання такої суміші стиснене повітря подається через лійку 4 в резервуар.

Суміш води з піском потім надходить до сопла 9 через трубопровід 5. Положення сопла можна змінювати за допомогою підвіски 1. Під час очищення бункер обертається навколо своєї осі, а для завантаження й розвантаження виливок його нахиляють у горизонтальне положення за допомогою спеціального обладнання 3.

Відпрацьована гідросуміш стікає по піддону 2 у резервуар, звідки знову подається в сопло. Суміш замінюють через 40-50 годин роботи.

Бункер поміщають у камеру 7, яку з'єднують з витяжною вентиляцією за допомогою зонту 10. Цей спосіб очищення дозволяє уникнути утворення пилу.

Гідропіскоструминний апарат забезпечує ефективне і якісне очищення деталей за допомогою комбінації води та піску. Його перевагами є можливість регулювання потоку та налаштування положення сопла для досягнення оптимальних результатів очищення.

Для виливок, які не можуть бути очищені за допомогою дробу або інших традиційних методів, електрохімічне очищення є ефективним рішенням. Електрохімічне очищення використовує електролітичні процеси для видалення забруднень з поверхні виливок.

Процес електрохімічного очищення (рис. 1.12) полягає у використанні електролітичного розчину (електроліту), який містить розчинені солі. Виливки розміщуються в електроліті і стають електродами у електричному колі. Під впливом електричного струму відбуваються хімічні реакції, що допомагають видалити забруднення з поверхні виливки.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Процес електрохімічного очищення може бути додатково підсилено використанням ультразвукової вібрації. Ультразвукові хвилі генеруються в електроліті і створюють інтенсивні механічні коливання, які поліпшують очищення поверхні виливки.

Електрохімічне очищення має декілька переваг, включаючи високу ефективність видалення забруднень, низьку абразивність, можливість очищення складних геометричних форм, а також контрольовану інтенсивність очищення. Однак, воно вимагає спеціального обладнання та професійного навичок для правильного налаштування параметрів процесу.

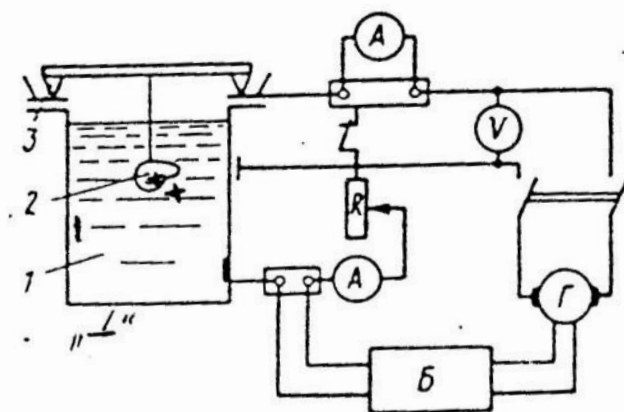


Рисунок 1.12 Схема ванни для електрохімічної очистки відливок

Вібраційна обробка вільним абразивом (рис. 1.13) є ефективним методом очищення дрібних виливків від пригару, окалини, тонких заток та заусенців. Цей процес використовує вібрацію для розсіювання абразивних матеріалів на поверхні виливки та їх відшаровування.

У процесі вібраційної обробки виливки 2 поміщаються в спеціальний контейнер або бункер 1, що забезпечує вільний рух виливок. До бункера додають абразивні матеріали, такі як абразивний пісок або керамічний гранулят. Під впливом вібрації контейнер рухається в горизонтальній або вертикальній площині, що сприяє обробці поверхні виливки.

Вібраційна обробка вільним абразивом має кілька переваг. Вона може бути використана для очищення виливок різних форм і складності, включаючи вироби з кольорових сплавів, отриманих у кокілях або литтям під тиском. Цей метод дозволяє ефективно видаляти пригар, окалину і нерівності поверхні. Крім того, він не впливає на геометричні розміри виливки і забезпечує однорідне очищення по всій поверхні.

Однак, варто враховувати, що вібраційна обробка вільним абразивом може бути шумною та вимагати додаткових заходів безпеки, таких як захисні окуляри та захисні пристрої. Також потрібно враховувати вибір відповідного абразивного матеріалу та належне налаштування параметрів процесу для досягнення оптимального результату очищення.

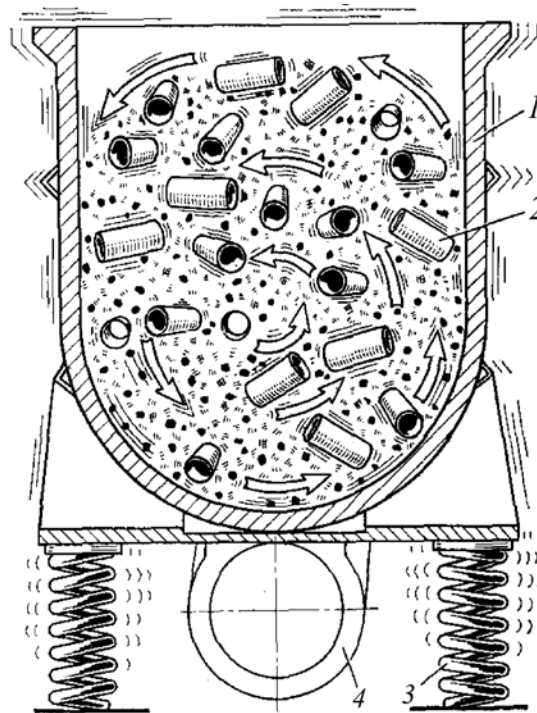


Рисунок 1.13 Схема вібраційної очисної машини: 1 - контейнер; 2 - виливки; 3 - пружини; 4 - інерційний вібратор.

Вібраційна машина, зображена на рисунку 1.13 є одним з варіантів вібраційного очищення. Деталі (виливки), які потрібно очистити, разом з

абразивним матеріалом завантажуються у контейнер 1. Контейнер встановлений на пружинах 3, що дозволяє йому здійснювати вібраційний рух.

Для створення вібраційного руху контейнера використовується інерційний вібратор 4, який приводиться в рух електродвигуном. Інерційний вібратор, як правило, містить невірвняний масовий ексцентрик або невірвняний вал, що забезпечує нерівномірний рух системи.

Під час вібраційного руху контейнера виливки і абразивний матеріал здійснюють взаємне тертя. Це призводить до очищення поверхні виливок, оскільки тертя допомагає видалити пригар, окалину та інші забруднення. Абразивний матеріал, такий як спеціальні зірочки з білого чавуну або кераміки, бій шліфувальних кругів і т.д., виступає як зносний матеріал, що забезпечує механічну дію на поверхні виливок.

Прискорення і переміщення виливок відносно абразивного матеріалу відбуваються через різницю в їх масі. Це сприяє взаємному тертю та очищенню поверхні виливок.

Варто зауважити, що вібраційне очищення машини може бути використане для різних типів виливок і матеріалів. Процес може бути налаштований залежно від потреби в очищенні і вимог щодо якості поверхні.

1.5. Дробометальні очисні машини

Дробометальні очисні машини використовуються в ливарних цехах для ефективного очищення виливок від залишків формувальних матеріалів та інших забруднень. Ці машини можуть бути стандартними, виготовленими серійно, або спеціально розробленими установками, виготовленими на замовлення підприємств.

Серійні дробометальні машини базуються на уніфікованих вузлах і системах. Вони можуть бути використані для різних типів виливок, але зазвичай мають

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

обмежену вантажопідйомність та продуктивність. Ці машини добре підходять для стандартних ливарних операцій.

Однак, у випадках, коли потрібно очищати важкі виливки або специфічні типи деталей, виготовляють спеціальні установки. Ці установки проектуються та виготовляються на замовлення підприємств, враховуючи їхні конкретні потреби та вимоги. Вони можуть мати велику вантажопідйомність (вантажопіднімність візків від 30 до 150 т), спеціальні пристрої для обробки важких виливок, а також більшу продуктивність для швидкого та ефективного очищення великих обсягів деталей.

Деякі установки дробометальних машин також можуть бути використані для зміцнення поверхні деталей наклепуванням. Цей процес полягає у нанесенні додаткового шару матеріалу на поверхню деталей для покращення їх міцності та зносостійкості.

Загальна мета використання різних дробометальних очисних машин і установок полягає в забезпеченні якісного очищення виливок, підвищенні продуктивності та покращенні якості деталей, що випускаються у ливарному виробництві.

Дробометальний апарат є ключовим компонентом дробометального устаткування, який відповідає за створення високошвидкісного напрямленого потоку дробу на оброблювану заготовку. Від його функціональних можливостей, працездатності та зносостійкості залежить ефективність усіх типів дробометальних машин.

В українському очисному устаткуванні використовуються дробометальні апарати, які відповідають сучасним вимогам і є на рівні світових зразків. Ці апарати мають оптимізовану конструкцію, що забезпечує ефективне розподілення дробу та його напрямлення на оброблювану заготовку.

У дробометальних апаратах враховуються такі параметри, як швидкість руху дробу, його кут нахилу, розміри виходу потоку дробу, а також система регулювання цих параметрів для відповідності потребам конкретної обробки.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Такі апарати мають високу зносостійкість, оскільки їхні деталі виготовляються зі спеціальних матеріалів, які витримують високі навантаження та забезпечують довгий термін служби без необхідності частої заміни або ремонту.

Застосування сучасних дробометальних апаратів у дробометальних машинах дозволяє досягти високої ефективності очищення деталей після лиття, забезпечити високу якість обробки та підвищити продуктивність ливарного виробництва.

Дробометальний апарат складається (рис. 1.14) з різних вузлів, які спільно працюють для створення високошвидкісного напрямленого потоку дробу на оброблювану заготовку. Основні вузли дробометального апарата: Електродвигун приводу 3, забезпечує обертальний рух, передаваний шпинделю 4. Шпиндель передає обертальний рух від електродвигуна до ротора за допомогою шківів 5 і вала. Вал обертається в підшипниках 6. Ротор 2 складається з двох дисків, на яких розташовані лопаті і крильчатка (імпелер). Він відповідає за надання дробу необхідної швидкості. Завантажувальна воронка з живильником 11 використовується для подачі дробу з сепаратора в порожнину крильчатки. Розподільник дробу (імпелер) 10 встановлений на роторі і розподіляє дріб по оброблюваній заготовці. Розподільна коробка 9 має вікно, положення якого можна змінювати для зміни напрямку струменя дробу під час викидання його з апарата. Кожух 1 запобігає вилітання дробу в навколишнє середовище. Він складається з корпусу і кришки, які внутрішньо облицьовані зносостійкими литими плитками.

Процес роботи дробометального апарата полягає в наступному: дріб самопливом потрапляє в крильчатку, розганяється лопатями крильчатки 7, а під дією відцентрової сили викидається через вікно розподільної коробки 9. Потім дріб підхоплюється лопатями дробометального апарата, набуває великої швидкості і під дією цього швидкісного руху надходить на поверхню оброблюваних виливків. Лопаті кріпляться до дисків за допомогою спеціальних штифтів 8.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця конструкція дробометального апарата забезпечує ефективне розподілення дробу та його напрямлення на оброблювану заготовку, що сприяє якісному очищенню та обробці виливок після лиття.

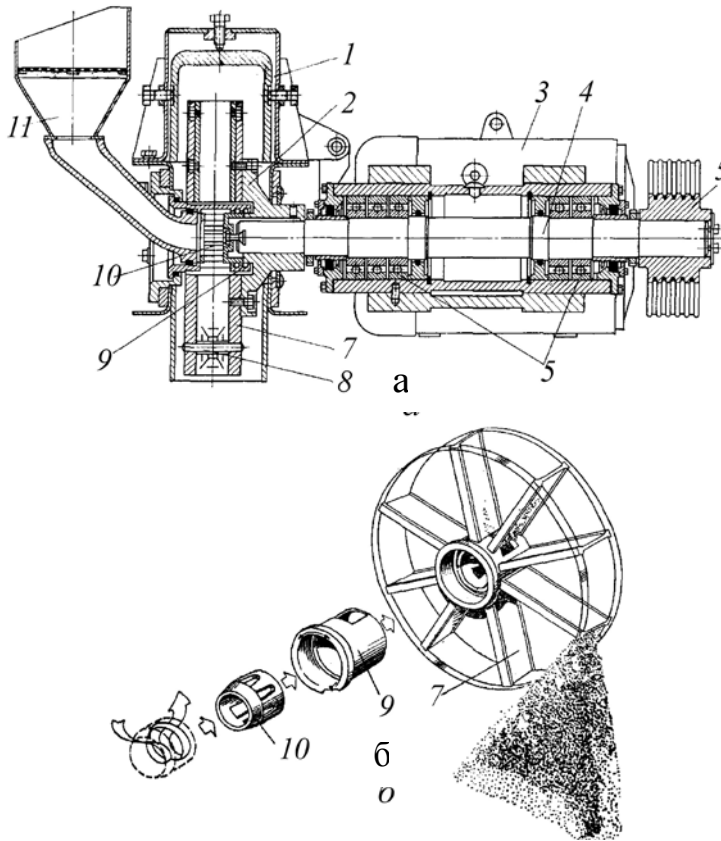


Рисунок 1.14. Дробометальний апарат: а - конструкція; б - принцип дії; 1 - кожух; 2 - ротор; 3 - електродвигун приводу; 4 - вал; 5 - шків; 6 - підшипники; 7 - лопать; 8 - штифт; 9 - розподільна коробка; 10 - розподільник дробу; 11 - завантажувальна воронка.

Так, дробометальні апарати призначені для роботи зі сталевим абразивом фракцій від 0,8 до 2,5 мм і з твердістю в межах HRC 45...HRC 50. При використанні чавунного дробу, який має меншу твердість, зносостійкість швидкозношуваних деталей, таких як лопаті, розподільник дробу і розподільна коробка, знижується в 3-4 рази порівняно зі сталевим дробом. Це пов'язано зі специфічними властивостями матеріалу і зношуванням, що відбувається під

впливом чавунного дробу. У зв'язку з цим, при використанні чавунного дробу можуть виникати потреби в більш частій заміні або ремонті зношених деталей дробометального апарата.

Для надання високої швидкості струменю дробу застосовуються всмоктувальні та нагнітальні дробоструминні апарати (рис. 1.15). Ці апарати використовують принцип подачі дробу за допомогою повітряного потоку.

Всмоктувальні дробоструминні апарати працюють на принципі створення негативного тиску, що відбувається за допомогою вентилятора або спеціального насоса. Дріб всмоктується через спеціальний всмоктувальний шланг або трубопровід і переміщується разом з повітрям до дробоструминного апарату. Після цього дріб змішується з повітрям і утворює струмені, які направляються на оброблювану заготовку з високою швидкістю.

Нагнітальні дробоструминні апарати використовуються для створення позитивного тиску для переміщення дробу. Дріб поступово нагнітається або подається під тиском за допомогою вентилятора або компресора. Потік дробу і повітря змішується і утворює високошвидкісний струмінь, який направляється на оброблювану деталь.

Ці дробоструминні апарати забезпечують ефективно і точно очищення деталей високошвидкісним потоком дробу, що дозволяє швидко та ефективно видалити пригар, шлаки та інші забруднення з поверхні деталей після лиття.

Двокамерні дробоструминні апарати використовуються для забезпечення безперервної роботи і поповнення бака дробом під час очищення деталей. Апарат складається з герметичного бака, який містить стиснуте повітря та дріб.

Перший камеру бака, яка нижче рівня змішувальної камери, заповнений дробом під дією сили тяжіння. Друга камера розташована вище і містить стиснуте повітря під тиском. Під дією тиску повітря з верхньої камери дріб подається в змішувальну камеру, звідти він переміщується шлангом до робочого сопла, де утворюється високошвидкісний струмінь дробу для очищення деталей.

Для поповнення бака дробом, подачу стиснутого повітря в порожнину бака зупиняють. Клапан опускається, і дріб із завантажувальної воронки потрапляє в

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

порожнину бака під дією сили тяжіння. Після завантаження дроби в бак знову відновлюється подача стиснутого повітря, і процес очищення деталей продовжується.

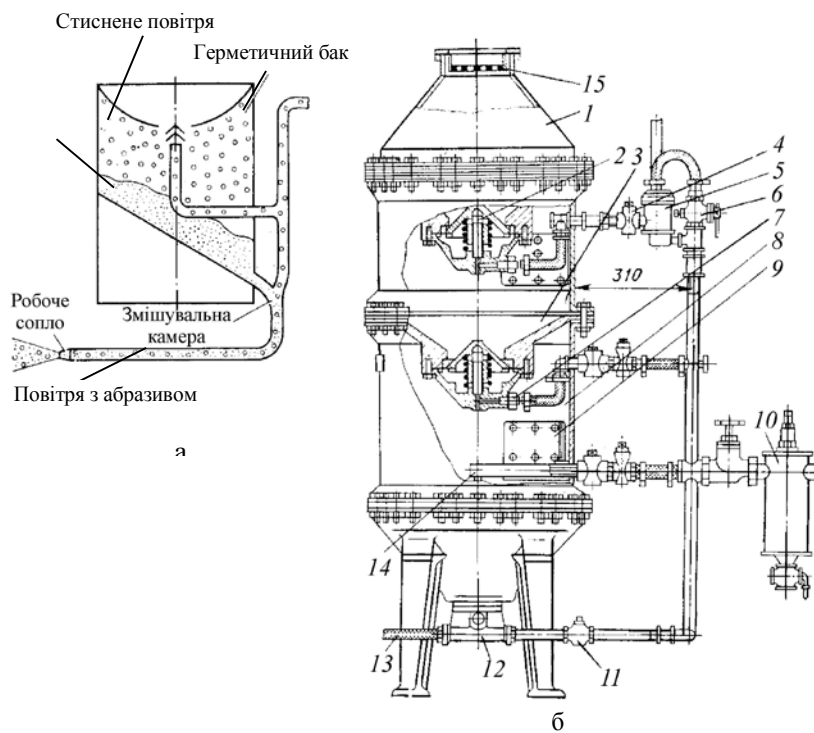


Рисунок 1.15 Дробоструминний апарат: а – принципова схема роботи; б – конструкція двокамерного апарата; 1 - верхня камера; 2 - клапан; 3 - середня камера; 4 - сітчастий фільтр; 5 - перемикач; 6 - триходовий кран; 7 - трубка для подавання стиснутого повітря в камери; 8 - нижня камера; 9 - кришка люка; 10 - водовідокремлювач; 11 - запірний кран; 12 - змішувальна камера; 13 - броньований гумовий шланг; 14 - трубка для продування отвору подавання дроби в змішувальну камеру; 15 - сітка

Така конструкція апарату дозволяє забезпечити безперервну роботу і ефективну подачу дроби для очищення деталей після лиття.

Дробометальні очисні машини зображені на рисунку 1.16 складаються з дробометальних апаратів 2, основний функціональний вузол, який створює високошвидкісний напрямлений потік дроби на оброблювану заготовку. Вони мають дводискову восьмилопатеву конструкцію з розподільником дроби

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

(імпелером), що забезпечує необхідну швидкість струменю дробу. Система циркуляції дробу включає шнековий конвеєр (6), ковшовий елеватор (7) та інші елементи, які забезпечують перенесення дробу від апаратів до сепараторів і зворотно. Система сепарації дробу, яка відділяє використаний дріб від оброблених деталей. Вона може включати барабанне сито (8) і повітряний сепаратор (1), які допомагають відділити частинки дробу від обробленої заготовки. Елементи огорожі та пиловідсмоктування (3, 4): ці елементи служать для забезпечення безпеки роботи операторів та контролю над викидами пилу та стружки.



Рисунок 1.16 Принципова схема дробометальної очисної машини:

- 1 -- повітряний сепаратор; 2 - дробометальний апарат; 3, 4 - елементи огорожі і пиловідсмоктування; 5 - стіл; 6 – шнековий конвеєр; 7 - ковшовий елеватор;
8 - барабанне сито

Дробометальні очисні машини можуть бути оснащені різними пристроями для подавання виливків під струмінь дробу, такими як обертові столи. Способи подачі виливків та розташування дробометальних апаратів визначають конструкцію очисного устаткування, включаючи барабани, столи, камери та спеціальні установки.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Такі барабани мають спеціальну конструкцію, що дозволяє завантажувати виливки і поковки на конвеєрну стрічку або у ванну барабана. Після завантаження, деталі переміщуються по конвеєрній стрічці або обертаються в барабані, одночасно піддаючись впливу струменя дробу. Цей процес дозволяє видалити пригар і окалину з поверхонь деталей.

Періодична дія означає, що очищення відбувається пакетами. Тобто, деталі завантажуються на конвеєрну стрічку або в барабан, піддаються очищенню, а потім вивантажуються. Цей процес повторюється для кожного пакету деталей, що вимагає очищення.

Дробометальні очисні конвеєрні барабани періодичної дії дозволяють ефективно очищати деталі великими обсягами, забезпечуючи високу якість очищення поверхонь виливків і поковок.

Дробометальні барабани періодичної дії мають конструкцію, в якій простір для розміщення очищуваних виробів обмежується двома торцевими дисками і горизонтальною циліндричною поверхнею. Ця поверхня утворена гумовим або сталевим подом, що слугує конвеєром. Під час руху конвеєра вироби перебувають всередині циліндра-барабана, який повільно обертається навколо горизонтальної осі з невеликою швидкістю (до 0,1 м/с).

Деталі встановлюються на поверхню барабана, де вони захоплюються і піднімаються на певну висоту. Під час піднімання вони взаємодіють з іншими деталями, що знаходяться нижче, і взаємно очищують одна одну шляхом галтування. Вільний бік, який знаходиться протилежно напрямку руху конвеєра у нижній частині, та верхній простір циліндра залишаються незайнятими.

Для поєднання галтування з дробометальним очищенням, дробометальний апарат розміщується у вільній верхній частині простору. Конвеєр одночасно виконує функцію кантувача виливків, що означає обробку дробом всіх поверхонь литих деталей. Під час зміни напрямку руху конвеєра деталі вивантажуються з барабана.

Конструкція барабана включає камеру з дверима, систему дробообертання, скіповий завантажувач і систему автоматики. Камера з дверима піднімається

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

перед завантаженням і вивантаженням барабана. Для забезпечення чіткої послідовності операцій очищення і необхідних блокувань і сигналізації використовується система автоматики.

В режимі напівавтоматичної роботи виконуються основні операції, такі як вмикання руху конвеєра, завантаження виливків скіповим завантажувачем, зачинення дверей барабана, вмикання дробометального апарата, подача дробу, витримка устанавленого часу для очищення, припинення подачі дробу, вимикання і гальмування дробометального апарата до повної зупинки, відчинення дверей, зупинення і реверсування руху конвеєра, вивантаження очищених виробів. Після завершення вивантаження оператор запускає новий цикл роботи.

Для забезпечення тривалої експлуатації складові частини, які піддаються прямій дії дробу, облицьовуються зносостійкими плитами. Пластини конвеєра виготовляються зі зносостійкої високомарганцевої сталі, а внутрішню поверхню дверей захищають гумові листи.

У системі підготовки і роздавання дробу використовуються електромагнітні засувки, які є майже несхильними до зносу і мають високу надійність. Скіповий завантажувач оснащений уніфікованою тарою для спрощення операцій транспортування виливків.

Барабани устанавлюються на плоску бетонну подушку, а простір для розташування транспортних засобів у зоні вивантаження барабана дозволяє включати його в потокові лінії.

Дробометальні очисні барабани безперервної дії призначені для використання в автоматичних і поточкових лініях. Вони забезпечують якісне очищення від пригару та окалини виливків і поковок, виготовлених зі сплавів на основі заліза.

Основні складові барабанів включають очисний і віддільний барабани з приводами, дробометальні апарати, гвинтові конвеєри, майданчики обслуговування, систему сепарації дробу та електрообладнання. Очисний барабан має 16-гранну форму, футерований зсередини зносостійкими плитами, а його зовнішня поверхня має два бандажі, які опираються на котки і забезпечують його

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обертання під час роботи. Віддільний барабан складається з внутрішньої і зовнішньої циліндричних обичаек. Внутрішня обичайка має перфоровану структуру з гвинтоподібними ребрами всередині, які допомагають перевертати виливки для видалення дрібного матеріалу та продуктів очищення.

Барабан розташовується у звареній коробчастій камері і обертається на роликах, які утримують його від осьових зміщень. Камери розміщені на звареній рамі. Обертання барабана здійснюється за допомогою тришвидкісного електродвигуна через редуктор. Робота барабана відбувається в автоматичному режимі, контролюваному системами керування, які забезпечують виконання заданої послідовності операцій технологічного процесу дробометального очищення. Система дробообертання включає електромагнітні засувки і сигналізатор рівня дробу. Система сепарації дробу дозволяє видалити його з очищених виробів, що забезпечує високу якість поверхонь після очищення.

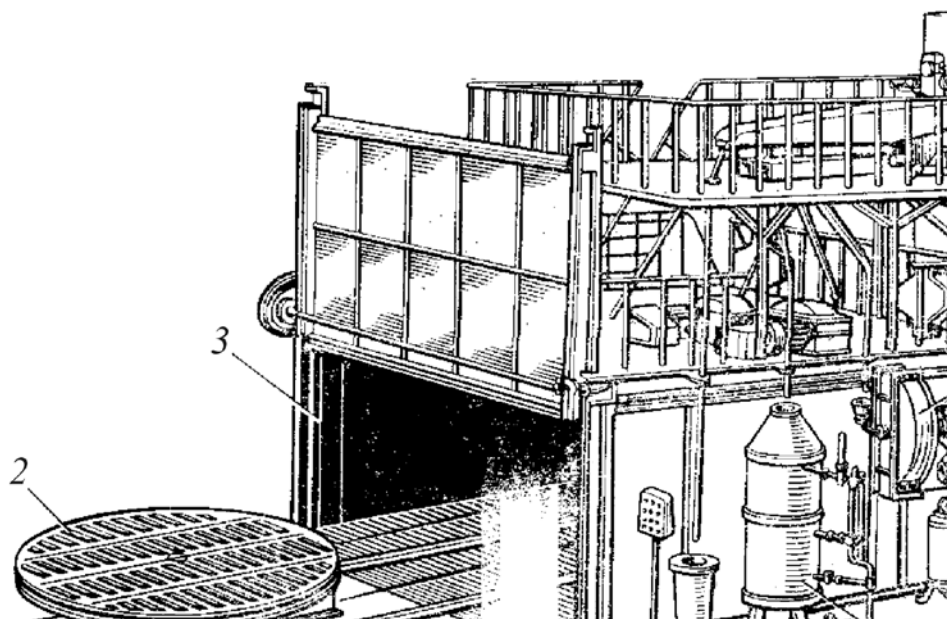


Рисунок 1.17 Камера очисна дробометальна періодичної дії:

- 1 - стіл; 2 - платформа; 3 - робоча камера; 4 - дробометальний апарат;
5 - дробострумінний апарат

Таким чином, дробометальні барабани періодичної дії і безперервної дії є ефективними технологічними пристроями для очищення виливків і поковок від

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

пригару та окалини. Вони забезпечують високу якість поверхонь і покращують якість виробів, що підлягають обробці.

Дробометальні очисні камери періодичної дії, зображені на рисунку 1.17 використовуються для очищення виливків від пригару і окалини середніх, великих, важких та особливо важких виливків, а також для створення поверхневого наклепу на виробках у цехах одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва.

Камера має стіл 1, який рухається і має обертову платформу 2. На цей стіл кладуться виливки, які обертаються і піддаються дії потоків дробу, що спрямовуються на поверхні виливок дробометальними апаратами. Камера також оснащена дробоструминними апаратами для очищення "карманів" і порожнин у виливках.

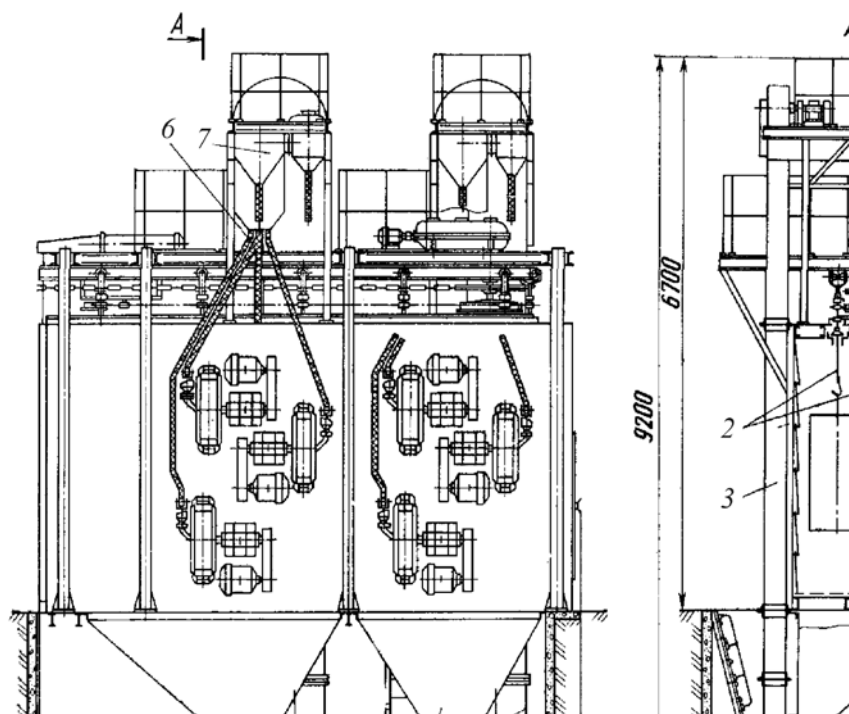


Рисунок 1.18 Дробометальна очисна камера безперервної дії:

- 1 - дробометальні апарати; 2 - підвіски; 3 - елеватори; 4 - грохоти;
5 - бункери; 6 - системи транспортування очищеного дробу; 7 - повітряні сепаратори

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Дробометальні очисні камери безперервної дії (рис. 1.18) призначені для очищення чавунних і сталевих виливок від пригару і окапини у цехах масового, великосерійного і серійного виробництва. Виливки закріплюються на підвіски, які ланцюгом подаються в зону очищення, де вони обертаються і піддаються дії потоків дробу від дробометальних апаратів. Камера оснащена системами дробоочищення, які включають бункери, грохоти, елеватори і повітряні сепаратори, а також системи транспортування очищеного дробу.

Для підвищення безпеки, камери-тамбури мають Г-подібну форму з шторами, що запобігають вилітання дробу. Дробометальні апарати розташовуються під кутом у напрямку руху виливок, що забезпечує очищення виробів під час безперервного руху конвеєра. Швидкість руху конвеєра регулюється безступінчасто. Внутрішня поверхня робочої зони камери захищена зносостійкими плитами.

Однак наявні дробометні барабани мають певні недоліки, такі як обмежена продуктивність, не задовольняюча якість обробки, висока вартість та інші проблеми. З цією метою, розробка та удосконалення дробометного барабана може стати рішенням для вирішення цих проблем та покращення ефективності обробки ливарних виробів. Крім того, можуть бути застосовані нові конструкційні рішення обробки матеріалу, що може сприяти підвищенню якості обробки.

1.4 Мета і завдання кваліфікаційної роботи

Удосконалення дробометного барабана для очищення деталей після лиття включає в себе підхід, що поєднує інновації в матеріалах, конструкції та управлінні. Це сприятиме покращенню ефективності та продуктивності обробки ливарних виробів, зниженню витрат та поліпшенню якості продукції.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка конструкції дробометного барабана з конструктивною розробкою дробометного апарату, що дасть змогу знизити енерговитрати та підвищити продуктивність, функціональність та якість обробки деталей.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

2 ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Для виконання проектної частини дробометного барабану за базову машину прийнято дробометний барабан моделі 42233, технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.1. Барабан дробометний періодичної дії для одночасного процесу вибивання стержнів до очищення виливків, призначений для очищення сталевих і чавунних виливків від пригару з одночасним вибиванням стержнів. Барабан може використовуватися для очищення виливів від окалини, нерівності, пригару, фінального очищення глухих порожнин та іншого [10].

Таблиця 2.1 Технічні характеристики дробометного барабану

1. Обсяг завантаження, м ³	0,3
2. Розміри робочого простору барабана, мм	
Діаметр	990±1,5
Довжина	11201
3. Маса дробу, що викидається дробометним апаратом, кг/хв.	270±10%
4. Найбільша маса завантаження барабана, т	0,8
5. Найбільша маса виливки, що очищається, кг	80
6. Найбільша об'ємна діагональ оброблюваної відливки, мм	700
7. Продуктивність при обробці відливок середньої складності та сірого чавуну за ГОСТ412-85, т/ч:	
для очищення при утриманні стержнів в 1 т відливок до 330 кг	5,2
і вибивання та очищення про залишкову міцність стержневої та формувальної суміші до 25 кг/см ²	2,0
8. Число дробометних апаратів, шт.	1
9. Режим роботи	напівавтоматичний або поопераційний
10. Рекомендований абразив	Дріб ДСЛ 1.0...2,8 365 ГОСТ 11964-81
11. Маса машини, кг, не більше	17000
13. Габаритні розміри барабана, мм не більше	
довжина	5000
ширина	4500
висота	5000
14. Об'єм повітря, що відсмоктується, м ³ /год.	15000-12400
15. Тип конвеєра	металевий пластинчастий

						КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43

за годинниковою стрілкою і між двома торцевими дисками, що захищені бронєю, утворює робочий простір барабану.

Конструкція барабана складається з герметичної камери з дверима і завантажувально-розвантажувальним отвором. У камері розміщений пластинчастий конвеєр з приводом, який забезпечує галтування виливків. На стелі камери встановлений дробометний апарат для викиду дробу на галтовані деталі. Система дробообігу складається з агрегату сепарації, збирача, розподільного конвеєра, які забезпечують очищення та подачу дробу до дробометного апарату. Завантажувач використовується для завантаження деталей на конвеєр. Також відповідно обладнано сходи та майданчики для обслуговування механізмів. Управління барабаном здійснюється тільки з пульта, розташованого на дверцятах шафи автоматики. Завантажувач призначений для подачі виливків в зону очищення і складається з ковша та лебідки. Цехова тара з виливками встановлюється в ківш для завантаження виливків у робочу зону барабана. Підйом і опускання ковша здійснюється за допомогою канатної лебідки, яка також забезпечує зупинку ковша в крайніх положеннях за допомогою кінцевих вимикачів. Для постійної натяжки троса необхідно, щоб ківш в нижньому положенні знаходився на висоті 50 мм над рівнем підлоги. Конвеєр складається з двох торцевих дисків і просторового пластинчастого конвеєра, який щільно прилягає і охоплює зовнішній бік диска майже на 180°. Конвеєр змонтований усередині камери. Два диски, три вали з зірочками і котками, а також пластинчастий конвеєр утворюють робочу зону барабана. Внутрішня частина торцевих дисків облицьована зносостійкими плитами. Пластинчастий конвеєр складається з двох ланцюгів, зібраних з литих ланок і з'єднаних планками, які мають Т-подібну форму і збираються з перекриттям. Для просипання дробу та продуктів обробки в пластинах передбачені отвори. Конвеєр приводиться в рух верхнім валом, на якому закріплені дві зірочки. Зірочки виконані у вигляді литих деталей. Торцеві диски приводяться в рух силами тертя рухомого конвеєра. Привод дверей складається з лебідки, яка відповідає за рух дверей камери. Вона має барабани, встановлені на вал, мотор-редуктор і гальма. Елементи приводу

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

розміщені на рамі, яка встановлена на стійках на стелю камери. Двері з'єднані з лебідкою за допомогою сталевих канатів. При відкриванні дверей гнучка частина входить у металеву до упору, а при закриванні виходить з металевої і закриває криволінійну частину отвору камери. При зачиненні дверцят спрацьовує нижній кінцевий вимикач, який готує ланцюг вмикання дробометного апарата до включення. Крім того, вимикач блокує роботу завантажувача, який не вмикається на завантаження при зачинених дверях. При відкриванні дверей верхній кінцевий вимикач блокує роботу дробометного апарата (апарат не вмикається) та обмежує рух дверей. Система дробообігу призначена для очищення відпрацьованого абразиву. Вона складається з агрегату сепарації, який збирає та розподіляє його на конвеєрі. Агрегат сепарації приймає засмічений абразив із камери, сепарує його і подає на розподільчий конвеєр.

Двері барабана забезпечують герметичність, і тому вони покриті гумою та виготовлені з листової сталі. Щоб запобігти вильоту дробу, внутрішня сторона дверей також обшита гумою. Під гілкою поду розташований шнек, який використовується для транспортування відпрацьованого дробу та піску. Вертикальний вал шнеку прилягає до елеватора та оснащений барабанним грохотом, який покритий сіткою.

Процес обробки дробом розпочинається в грохоті, де він просіюється, а потім подається до живильника. Живильник складається з двох коробок, виготовлених з листової сталі. Нижня коробка відповідає за подачу дробу, який надходить з камери, до стрічкового конвеєра. Після цього за допомогою шнеку дріб викидається назад в коробку.

Сам дробометний апарат розташовано на верхній плиті каркасу. Для компенсації втрат дробу в верхній коробці живильника використовується бункер. Привод барабана здійснюється за допомогою ланцюгової передачі. Кожного разу, коли двері машини відкриваються, подається нормована кількість дробу.

На стрічці, що рухається зі швидкістю 1,1 м/с всередині елеватора, розташовані вмонтовані ковші. Дріб з елеватора потрапляє до сепаратора, де очищується від бою дробу та пилу, які осідають у сепараторі. Вилучення пилу та

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

відходів здійснюється через труби, які ведуть до секторного затвора, що представляє собою зварний патрубок із затвором. Привод затвору здійснюється за допомогою пневмоциліндра.

Патрубок підключений до бункера, який служить для транспортування дробу з сепаратора до дробометного барабану. Завантажувальний скіповий підйомник, що містить раму, перекидач та ківш, використовується для цього процесу. Підйом ковша здійснюється за допомогою тросів, які прокладені через блоки і закріплені з одного кінця в верхній частині, що є направляючою, та з іншого кінця на барабанах.

Ківш рухається, доки не зустрине упори, які прикріплені до швелерів. В цьому положенні ківш знаходиться в камері, поступово змінюючи кут нахилу і висипаючи вилівки на рухомий під.

Для підвищення продуктивності та зменшення енерговитрат у приводі дробометального апарату двигун приєднано до валу дробометального апарату за допомогою муфти. Це дозволило відмовитись від використання пасових передач.

З метою забезпечення екологічних вимог пил відсмоктується у вентиляційну систему через патрубки сепаратора та камери, на шляху якої встановлено уловлювач, що запобігає потраплянню часточок дробу в повітря. Завдяки системі перегородок дріб, відбиваючись, повертається до камери.

2.2 Розрахунок параметрів машини

Процес переміщення дробу по колесу можна поділити на наступні етапи:

Викидання дробу імперелером через вікно втулки.

Вільний політ дробу до зустрічі з робочими лопатками колеса.

Викидання дробу робочими лопатками колеса [13].

Згідно документації, дріб викидається за допомогою лопаток імперелера порціями, які подібні до пакетів суміші ротора піскомету. Проте, дріб не є суцільним матеріалом.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно теоретичних даних [10], колесо дробомету має подавати дріб у кількості 250 кг/хв. Колесо має діаметр 315 мм, частоту обертання 3000 об/хв., число лопаток імпелера і робочих лопаток - по 8 штук. Ширина вікна втулки імпелера становить 50 мм, а розміри і зазори відображені на рисунку 2.2. Припускаємо, що потік дробу, що викидається по дотичній, знаходиться в точці O на відстані радіусом $r_0 = 50$ мм (рисунок 2.2).

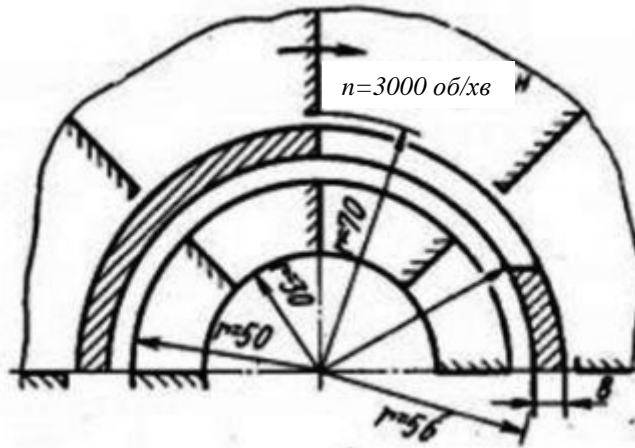


Рисунок 2.2 Розміри імпелера дробометного колеса

Швидкість викидання дробу обчислюється за формулою [11]:

$$V_0 = \omega r_0, \quad (2.1)$$

де V_0 - початкова швидкість дробу, м/с;

ω - кутова швидкість обертання колеса, об/хв;

r_0 - радіус колеса, мм.

Після підстановки даних, отримуємо:

$$V_0 = 310 \cdot 0,05 = 15,5 \text{ м/с}.$$

Якщо розміри поперечного перетину дотичної становлять 50×6 мм, а щільність закладки дробу - $2,5 \text{ г/см}^3$, максимальна подача дробу за хвилину складатиме:

$$P = 0,05 \cdot 0,006 \cdot 15,5 \cdot 60 \cdot 2,5 \cdot 10^3 = 71,84 \text{ кг/хв},$$

що перевищує дійсну подачу дробу.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Залежно від потоку дробу, що викидається імпелером, наступна робоча лопатка A , після повернення в положення A' (рис. 2.3), відмежовує та приймає на себе певну частину потоку між точками 1 та 2. Для точки 1, де знаходиться остання дробинка цього відрізка, можна визначити наступне: $l = l_0 - l_2 = 700 \text{ мм}$. Тоді відстань між точками 1 та 2, становить 46 мм, а кутова координата точки 1 дорівнює:

$$\varphi_1 = \arctg\left(\frac{46}{50}\right) = 42,6^\circ. \quad (2.2).$$

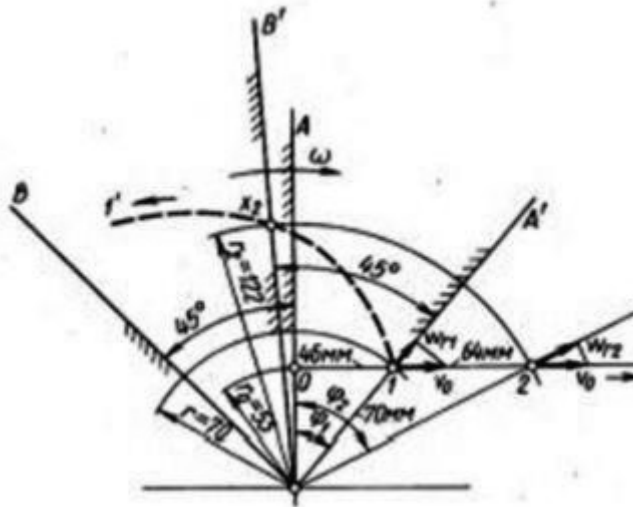


Рисунок 2.3 До розрахунку дробометного колеса

Для визначення положення точки 2, яка відповідає початковій дробинці відрізка потоку, розглянемо відносний рух початку наступного відрізка, який слідує за першим, тобто точки 1. Для цього побудуємо траєкторію руху точки 1 відносно колеса, використовуючи полярні координати:

$$\rho = \sqrt{0,0532 + (0,046 + V_0 t)^2} \text{ та } \varphi = \arctg 0,046 + V_0 t, \quad (2.3)$$

де t приймає різні значення. З рисунку 5.3 видно, що ця траєкторія перетинає наступну робочу лопатку B , яка знаходиться за лопаткою A на кутовій відстані 45° в точці X_2 на відстані радіусом $r_2 = 122 \text{ мм}$. Кутова координата точки 2, де відбувається зустріч робочої лопатки з головною дробинкою відрізка потоку, яка відсікається лопаткою, обчислюється за формулою [11]:

$$\varphi_2 = \arccos(42/122) = 69,9^\circ. \quad (2.4)$$

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Відстань між точками 0 і 2 становить 110 мм. Довжина відрізка потоку дробу, що відсікається робочою лопаткою, дорівнює 60 мм.

Початкові швидкості руху кінцевих дробинок 1 і 2 в цьому третьому етапі процесу обчислюються наступним чином:

для першої дробинки:

$$V_1 = \omega r_1 = V_0 \sin \varphi_1 = 16,6 \sin 42,6 = 11,24 \text{ м/с},$$

для другої дробинки:

$$V_2 = \omega r_2 = V_0 \sin \varphi_2 = 16,6 \sin 69,9 = 15,59 \text{ м/с}$$

За допомогою рівняння, в якому враховується коефіцієнт тертя дробу об лопатку $f = 0.2$, швидкість та шлях, який проходить дробинка ми знаходимо вихідні параметри для дробинок 1 і 2 при їх відокремленні від робочої лопатки.

Для першої дробинки отримуємо наступні значення:

Час руху по лопатці $t = 0.0075$ с.

Початкова відносна швидкість $\omega = 18.5$ м/с.

Абсолютна швидкість сходу $V = 64$ м/с.

Відхилення радіус-вектора f_V від дотичної $\alpha = 17,5^\circ$.

Кут сходу, відраховуючи від початку вікна до розподільчої втулки, $\theta = 142^\circ$.

Для другої дробинки відповідні значення такі:

Час руху по лопатці $t = 0.0045$ с.

Початкова відносна швидкість $\omega = 46.2$ м/с.

Абсолютна швидкість сходу $V = 75$ м/с.

Відхилення радіус-вектора f_V від дотичної $\alpha = 38^\circ$.

Кут сходу, відраховуючи від початку вікна до розподільчої втулки, $\theta = 130^\circ$.

Відповідно до теоретичних розрахунків на рисунку 2.4 показана схема розкидання дробу, де розрахунковий кут розкидання становить 34° . Однак фактичний кут розкидання є більшим ніж 100° .

Занадто велике розкидання дробу може мати такі причини:

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$n_p = 30v\pi R\sqrt{2(1-f+f_2)}. \quad (2.6)$$

Після підстановки значень, отримуємо

$$n_p = 30 \cdot 75,0 \cdot 3,14 \cdot 0,250 \cdot \sqrt{2(1-0,2+0,215)} = 2\,894,09 \text{ об/хв.}$$

Діаметр живильного патрубка:

$$D = \sqrt[3]{0,08 \cdot 2,2 \cdot 3000 \cdot 2894,09 + 17} = 17,25 \text{ см.}$$

Потужність електродвигуна привода дробометного апарата в кіловатах розраховується за формулою [11]:

$$P = q\omega 2K_u\mu_1(r_2^2 - r_1^2), \quad (2.7)$$

де q - продуктивність дробометного апарата, кг/с (у нашому випадку 2,2 кг/с);

ω - кутова швидкість ($\omega = 234,4$ рад/с);

K_u - коефіцієнт, що враховує втрати енергії в дробометному апараті

$K_u = 1,1 \dots 1,2$, приймаємо $K_u = 1,1$;

μ_1 - коефіцієнт, що враховує втрати енергії в приводі колеса, приймаємо

$\mu_1 = 0,85$;

r_1 - радіус входу дробинки на лопатку $r_1 = 0,05$ м;

r_2 - радіус лопатки в точці сходу $r_2 = 0,25$ м.

Підставивши ці значення у вираз (2.7), отримуємо потужність електродвигуна привода дробометного апарата:

$$P = 2,2 \cdot 36,4 \cdot 2,0 \cdot 1,1(0,25^2 - 0,05^2) = 10,45 \text{ кВт.}$$

$$N = (2,2 \cdot 234,4 \cdot 1,1/0,9) \cdot (0,25^2 - 0,05^2) = 8,9 \text{ кВт.}$$

Таким чином, вибираємо електродвигун 4AM132M2/2900 потужністю 11 кВт.

Спроектована конструкція дробометального барабану з прямим приводом за рахунок підвищення частоти обертання дозволяє забезпечити своєчасне очищення великої кількості виливок. Використання розробленої конструкції дозволяє знизити енерговитрати та підвищити продуктивність, функціональність та якість обробки деталей.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Послідовність роботи дробометного барабану

Барабан дробометний періодичної дії є напівавтоматичною системою, де початковий і кожен наступний робочий цикл обробки виливків активується вручну. Виливки, які потребують обробки, завантажуються в спеціальну тару, яка розміщується на майданчику завантажувача. Об'єм завантаження, рівень якого визначається кількістю виливків у тарі, становить 0,3 м³. Завантаження виливок у робочу зону камери здійснюється шляхом включення пластинчастого конвеєра та повністю відкритих дверей. Після завершення завантаження деталей, завантажувальний отвір камери закривається дверима.

Після запуску дробометного апарату та його розгону, дріб починає поступово надходити до нього через відкритий електромагнітний затвор за допомогою розподільного конвеєра. Стрижні виливок вибиваються та видаляються шляхом обстрілу дробом з одночасним їх галтуванням на конвеєрі. При цьому відпрацьований дріб разом з продуктами вибивання та очищення просочується через отвори в пластинчастому конвеєрі і потрапляє в бункер камери. Звідти він збирається спеціальним конвеєром та подається в агрегат сепарації, де відбувається відокремлення придатного дробу. Далі цей придатний дріб подається розподільним конвеєром знову до дробометного апарату для повторного циклу обробки.

Очищення деталей відбувається за допомогою потоку дробу, який викидається лопатками дробометного апарату зі швидкістю 80,0...100,0 м/с. Під час удару об поверхню виливки, яка очищається, дріб видаляє пригорілу формувальну суміш або окалину, які частково залишилися на поверхні після відсмоктування потоком повітря.

В машині перед початком роботи повинно бути 500 кг дробу. Завантаження виливок, призначених для очищення, здійснюється під час очищення виливок попереднього завантаження в машині, при цьому ковш розташовується знизу в

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

приямку. Виливки, які підходять для обробки дробом у камері, транспортуються до ковша завантажувального підйомника.

Вал барабану має кінематичний зв'язок з кінцевим вимикачем, що налаштовується на певну кількість обертів. Після досягнення цієї кількості обертів двигун завантажувального підйомника вимикається. Цей механізм дозволяє налаштувати рух ковша завантажувального підйомника.

Після того, як ковш досягає нижнього положення, двері очисної камери закриваються, а секторний затвор відчиняється. Запускаються елеватор зі шнеком та дробометний апарат.

Рухаючись за годинниковою стрілкою, верхня частина рухомого поду, постійно перемішує деталі, які очищаються. Це забезпечує рівномірне обстрілювання деталей дробом з дробометного апарату.

Дріб з робочої камери потрапляє на огородження через отвори в пластинах стрічки на рухомому поді. Звідси він направляється в нижню частину елеватора за допомогою шнека.

Після завершення часу обробки, привод дробометного апарату вимикається, а електромагнітний затвор дробометного апарату закривається. Пластинчастий конвеєр зупиняється після того, як весь дріб з робочого об'єму пересиплеться в бункер, але не раніше, ніж через 60 секунд після вимкнення приводу дробометного апарату. Після зупинки конвеєра відбувається відкриття дверей, і привід пластинчастого конвеєра вмикається в режимі «розвантаження». Це призводить до вивантаження виливків у заводську тару. Увімкнення конвеєра на розвантаження здійснюється оператором.

3.2. Рекомендації з догляду за дробометним барабаном

У процесі роботи потрібно дотримуватись таких вказівок:

Необхідно переконатися, що рухомий под не може бути запущений під час вивантаження при зачиненій дверці очисної камери. Впевнитися, що завантаження дробу до бункеру не відбувається під час роботи елеватора.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Регулярно перевіряйте правильний натяг ланцюга рухомого поду та стрічки елеватора. Забезпечуйте використання лопаток дробометного апарату в комплекті по 8 штук з різницею в масі не більше 3 кг.

При появі вібрації перевіряти масу лопаток.

Слідкувати, щоб отвір розділюючої камери не збільшувався більше, ніж допустиме значення, що може призводити до збільшення сектора обстрілу дробом.

Запобігати значному зносу лопаток дробометного апарату. Регулярно перевіряти стан внутрішньої облицювальної частини корпусу дробометного апарату. Час від часу проводити огляд та діагностику всіх деталей машини, а також промивання і змащення всіх тертячих поверхонь.

Пильнувати за міцним затисканням кріплень болтів машини. Щоб уникнути заклинювання конвеєра деталями під час завантаження барабана, переконатися, що у бункері присутня лише одна деталь з об'ємною діагоналлю до 700 мм, а товщина виступаючих частин оброблюваних деталей становить не менше 15 мм.

3.3 Техніка безпеки при роботі з дробометним барабаном

Під час роботи дробометного очисного барабану виникає багато пилу та шуму. Щоб забезпечити безпечні умови для проведення фінішних операцій у відділенні очищення виливків, необхідно встановити приточно-витяжну механічну вентиляцію та природну аерацію. Ця система працює через витяжки та двері, що транспортують виливки між відділеннями ливарного цеху. Крім того, дробометні барабани повинні мати кожухи з місцевою витяжною вентиляцією.

Для забезпечення безпеки праці робітників, споживач повинен розробити та затвердити відповідну інструкцію з техніки безпеки, яка враховуватиме застосовану технологію, матеріали та місцеві умови експлуатації ливарного очисного обладнання.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Для підключення барабана до цехової вентиляції необхідно забезпечити відведення забрудненого повітря з робочої зони барабана та агрегату сепарації.

Перед допуском до роботи на барабані необхідно, щоб особи були ознайомлені з функціональним призначенням барабана, основними особливостями його конструкції та умовами експлуатації. Робота на барабані не дозволяється без проходження відповідного виробничого інструктажу з техніки безпеки та знання інструкції з експлуатації даного виду очисного ливарного обладнання.

При пуску барабана в роботу необхідно строго дотримуватися послідовності включення та вимкнення агрегатів згідно з циклограмою. Ремонтні роботи, очищення та регулювання механізмів барабана під час його роботи заборонені. При виконанні перегляду внутрішніх частин барабана або ремонтних робіт необхідно вимкнути всі агрегати та загальне живлення в електрошафі, а на електропускові прилади повісити табличку "НЕ ВКЛЮЧАТИ, ЙДЕ РЕМОНТ". Місце проведення ремонтних робіт повинно бути добре освітлене.

Після ремонту, перед повною зупинкою дробометного апарата, необхідно ретельно перевірити, щоб всередині барабана або електрошафи не залишилося зайвих деталей, таких як гайки, болти, ключі, викрутки або зразки проводів.

Заборонено працювати на барабані без заземлення, при вимкненій або несправній вентиляції. Також заборонено працювати з неналаштованим факелом дробу та без головного убору та захисних окулярів з небитким склом, оскільки можливий виліт окремих дробинок.

Під час роботи барабана та до його повної зупинки не слід відчиняти двері. Також необхідно уникати регулювання та обслуговування барабана при небезпеці знеструмлення живлення.

Заборонено торкатися електроустаткування, зажимів, електропроводів або відкривати дверцята електрошафи під час роботи. Після завершення робіт барабан слід відключити від електромережі. Також необхідно утримувати робоче місце оператора та майданчики обслуговування від сторонніх предметів, які можуть спричинити нещасний випадок.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Дотримання цих правил техніки безпеки є важливим для забезпечення безпеки робочого процесу на дробометному очисному барабані та попередження можливих аварій та травм.

3.4 Рекомендації з експлуатації та утримання барабана у працездатному стані

Основні вказівки щодо експлуатації та обслуговування барабана:

Регулярно перевіряти стан і працездатність захисних засобів, таких як блокування, сигналізація, гальмівні пристрої та кінцеві вимикачі.

Виконуючи перевірку заземлення барабана, переконайтесь, що немає обірваних місць і заземлення надійно закріплено.

Переконайтесь, що електропроводка має надійний захист, наприклад, вона поміщена в сталеві труби або металеві рукави.

Замінювати захисні щити камери, якщо їх знос становить більше 70% від загальної товщини.

Замінювати бронезахист дробометних апаратів, якщо його знос становить більше 70% від загальної товщини.

У разі поломки барабана негайно вимикайте його.

Переконайтесь, що всі доступні для дотику передачі мають захисні кожухи, щоб уникнути випадкових травм.

Регулярно проводити профілактичні огляди дробометних апаратів через кожні 4 години роботи, а також профілактичні малі ремонти не рідше одного разу на 3 місяці.

Перед пуском в експлуатацію після будь-яких ремонтних робіт перевірити всі блокування.

Щодня перед початком роботи дробометного барабана проводити профілактичний огляд канатів на дверях і завантажувачі.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Суворо дотримуватися встановленого порядку включення або зупинки окремих агрегатів при запуску барабана.

Забороняється перебувати в небезпечній зоні між барабаном і завантажувачем під час завантаження і вивантаження оброблюваних виливків.

Не виконувати роботи у внутрішній порожнині барабана без фіксації дверей у верхньому положенні сталевими пластинами, розташованими у спеціальному місці в верхній частині камери. Проведення оглядів або ремонтних робіт внутрішніх частин барабана повинно здійснюватися з зовнішнього боку під спостереженням.

Використовувати пристрої для розвантаження барабана, що виключають присутність оператора в зоні між завантажувачем і барабаном.

Забороняється працювати без огороження небезпечної зони завантажувача. Конструкція огорожувальних пристроїв повинна відповідати вимогам замовника і мати встановлені розміри згідно технічного завдання.

Огороження має бути виготовлено з міцних стійок і сітки з розмірами не більше 10 x 10 мм. Висота бічних частин огорожі повинна бути 1500 мм, а поперечної частини - 1200 мм. Між стійками бічних частин на відстані 1000 мм від підлоги слід встановити знімну огорожу, наприклад, з ланцюга. Знімна огорожа повинна зніматися лише під час завантаження та розвантаження.

При заклинюванні нижніх або верхніх дверей не виконувати робіт без встановлення упорів на направляючі з кожної сторони під ролики. Установку упорів слід виконувати за допомогою цехового підйомного крана, щоб підтримувати двері.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

ВИСНОВКИ

Очищувальні операції є дуже трудомісткими і можуть займати до 80% часу виробничого циклу. Обробка деталей технологічним середовищем у рухомих робочих ємностях з точки зору механізації є найбільш ефективним способом в процесі очищувальної обробки деталей.

Найпоширенішим обладнанням для обробки деталей є машини типу обертові барабани, в конструкціях яких використовуються різні технічні рішення спрямовані на покращення процесів та забезпечення якісної обробки деталей.

Дробометні машини широко використовуються в різних галузях промисловості, включаючи металообробку, автомобільну, авіаційну, суднобудівну, а також виготовлення скла, кераміки та інших матеріалів для обробки різних типів матеріалів, включаючи метали, кераміку, скло, пластмаси тощо, можуть бути легко інтегровані в автоматизовані лінії виробництва.

Основною перевагою дробикидного методу в технологічному плані є отримання високої чистоти поверхні виливків. Коли дріб викидається з великою швидкістю вниз у вигляді віяла, він ефективно очищає поверхні від забруднень, окислів та інших непотрібних шарів, залишаючи поверхню виливок чистою і готовою для подальшої обробки.

Дробометальні очисні машини використовуються в ливарних цехах для ефективного очищення виливок від залишків формувальних матеріалів та інших забруднень. Деякі установки дробометальних машин також можуть бути використані для зміцнення поверхні деталей наклепуванням.

Ключовим компонентом дробометального устаткування є дробометальний апарат, який відповідає за створення високошвидкісного напрямленого потоку дробу на оброблювану заготовку.

В роботі за базову машину прийнято дробометний барабан моделі 42233, який може використовуватися для може використовуватися для очищення виливів від окалини, нерівності, пригару, фінального очищення глухих порожнин тощо.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Спроектована конструкція дробометального барабану з прямим приводом за рахунок підвищення частоти обертання дозволяє забезпечити своєчасне очищення великої кількості виливок.

Використання розробленої конструкції дозволяє знизити енерговитрати та підвищити продуктивність, функціональність та якість обробки деталей.

					<i>КРБ 0066.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г.Є. Федоров, М.М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко та ін.. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 588 с.
2. Хричиков В.Е., Меньяло О.В. Ливарне виробництво чорних і кольорових мета-лів: Навч. посібник. – Видання друге, доопрацьоване. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 89 с.
3. Залюбовський М. Г., Панасюк І. В. Основи проектування машин зі складним рухом робочих ємкостей для фінішної обробки дрібних деталей: моногр. / М. Г. Залюбовський, І. В. Панасюк. Київ: КНУТД, 2022. 352 с.
4. Сумцов В. П. Устаткування ливарних цехів – К. : Віпол, 1993. – 552 с.
5. Панасюк І.В. Особливості оздоблювально-зачищувальної обробки деталей легкої промисловості технологічним середовищем / І.В. Панасюк, О.П. Бурмістенков, М.Г. Залюбовський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки – 2013. – №3. – С. 190-194.
6. Бурмістенков О.П. Виробництво литих деталей та виробів з полімерних матеріалів у взуттєвій та шкіргалантерейній промисловості : монографія / О.П. Бурмістенков, Б.М. Злотенко, В.П. Коновал, І.В. Панасюк, М.Є. Скиба, О.М. Синюк. - Хмельницький, 2007. - 255 с.
7. Пат. України 6219, МПК В 24 В 31/02. Устрій для галтовки виробів / Турік Ю.О., заявник та патентовласник Турік Ю.О. - № 2950551/25-08; заяв. 02.07.1980, опуб. 29.12.1994, бюл. № 8-І/1994.
8. Пат. України 38253, МПК В24В 31/033. Спосіб об'ємної обробки поверхні деталі / Буря О.І., Фасатуров С.С., Кобець А.С., Деркач О. Д., заявник та патентовласник Дніпропетровський державний аграрний університет - № 2000063429; заяв. 12.06.2000, опуб. 15.05.2001, бюл. № 4/2001.
9. Пат. України 30405, МПК В24В 31/067. Пристрій для вібраційної обробки деталей / Ярошевич М.П., Ярошевич Т.С., Толстушко М.М., заявник та патентовласник Луцький державний технічний університет - № u200712138; заяв. 02.11.2007, опуб. 25.02.2008, бюл. № 4/2008.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. http://foundry.kpi.ua/images/stories/diplomi/diplom_2018/Petrenko.pdf.
11. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28769>
12. Матвієнко І.В. Устаткування ливарних цехів. М., Машинобудування, 1985.
13. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготованок. Львів, Світ, 1996.
14. Коновалюк Д. М. Деталі машин: Підручник/Д.М. Коновалюк, Р.М.Ковальчук. – Київ: Кондор, 2004. – 584 с. – (2-е видання).
15. Деталі машин. Практикум: Навчальний посібник / Д.Ю. Коновалюк, Р.М. Ковальчук, В.О. Байбула, М.М. Толстушко. – К.: Кондор, 2009. – 278 с.
16. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. – Львів: НУЛП, 1999. – 116 с.
17. Матеріали та технології в інженерії (МТІ-2023): інженерія, матеріали, технології, транспорт: збірник наукових доповідей міжнародної конференції, Луцьк, Україна, 16-18 травня 2023 р. / Упоряд.: Олександр Повстяной, Ольга Залета, Богдан Валецький. – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – 276 с.

					КРБ 0066.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62