

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАс-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Добровольський М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Мастюх П.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Пиндус Ю.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Тесля В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Добровольському Максиму Мирославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі

Керівник роботи Пиндус Юрій Іванович., к.т.н., доцент.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Задній гальмівний механізм – А1;

Технологічна карта на розбирання гальмівного механізму – А1;

Алгоритм керування – 2А1;

Стенд автоматизований для балансування гальмівних барабанів автомобіля – А1;

Електрична схема стенду автоматизованого для балансування гальмівних барабанів автомобіля – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	23.02.2023	
2	Технологічний розділ	22.03.2023	
3	Конструкторський розділ	20.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	07.06.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	22.06.2023	

Студент

(підпис)

Добровольський М. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Мастюху Павлу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі

Керівник роботи Пиндус Юрій Іванович., к.т.н., доцент.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2023 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Електрична схема підключення стенду автоматизований для балансування

гальмівних барабанів автомобіля – А1; Електрична схема принципова стенду

автоматизований для балансування гальмівних барабанів автомобіля – А1;

Схема функціональна стенду автоматизований для балансування гальмівних

барабанів автомобіля – А1; Циклограма стенду автоматизований для

балансиування гальмівних барабанів автомобіля – А1;

Механізм набору тягарці – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	23.02.2023	
2	Технологічний розділ	22.03.2023	
3	Конструкторський розділ	20.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	07.06.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	22.06.2023	

Студент

(підпис)

Мастюх П. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра к.т.н., доцент Пиндус Ю.І.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 102 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 3 сторінки додатків.

Ключові слова: балансування, ефективність гальмування, вібрації та пошкодження, термін експлуатації, зношування.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Будова барабанного гальмівного механізму автомобіля.....	10
1.2 Опис гальмівних барабанів автомобіля.....	14
1.3 Аналіз технологічного процесу балансування, виявлення недоліків.....	16
1.4 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра.....	19
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1 Розробка технологічного процесу балансування гальмівних барабанів автомобіля.....	20
2.2 Розробка пристрою набору грузиків.....	25
2.3 Вибір обладнання.....	29
2.4 Планування ділянки.....	35
2.5 Математичний опис системи управління.....	37
2.6 Розробка математичної моделі.....	40
2.7 Розробка алгоритму управління.....	41
2.8 Розроблення програми роботи установки.....	47
2.9 Загальні показники економічного розрахунку кваліфікаційної роботи бакалавра.....	50
2.10 Розрахунок собівартості операції.....	57
2.11 Розрахунок показників економічної ефективності.....	61
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	64
3.1 Розрахунок виконавчих пристроїв.....	64
3.2 Розрахунок елементів схеми електричної принципової силової.....	77
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	85
4.1 Розслідування нещасних випадків.....	85
4.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання та до технологічних процесів.....	91
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	98
БІБЛІОГРАФІЯ.....	100
ДОДАТКИ	

ВСТУП

У сучасному автомобільному виробництві безпека є одним із найважливіших аспектів. Ефективна система гальмування включає в себе не лише якісні гальмівні колодки та дискові гальма, але й правильно встановлені та налаштовані гальмівні барабани. Гальмівні барабани є однією з основних складових частин гальмівної системи багатьох транспортних засобів, зокрема легкових автомобілів, вантажних автомобілів, автобусів і великих вантажівок. Вони використовуються для перетворення кінетичної енергії руху транспортного засобу в теплову енергію, що дозволяє зупинити транспортний засіб.

Одним з основних викликів, які стоять перед виробниками автомобілів і ремонтними майстернями, є розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі. Цей процес має на меті забезпечити правильне встановлення та налаштування гальмівних барабанів у відповідності до вимог безпеки та ефективності гальмування.

Важливість балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі полягає в тому, що неправильно встановлені або неправильно налаштовані барабани можуть призвести до небезпечних ситуацій на дорозі.

Наприклад, якщо гальмівні барабани не збалансовані, то це може призвести до нерівномірного розподілу гальмівного зусилля між колесами, що в свою чергу може призвести до непрямого руху транспортного засобу під час гальмування. Це може призвести до збоїв у керуванні транспортним засобом та збільшити ризик аварійної ситуації.

Також важливо зазначити, що недостатньо балансувати лише гальмівні барабани окремо від ступиці. Гальмівні барабани повинні бути правильно встановлені на ступицю та забезпечувати гарний контакт з нею.

Неправильно встановлені барабани можуть спричинити підвищене зношування компонентів гальмівної системи, а також викликати вібрації та пошкодження ступиці.

Отже, розробка технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі є актуальним завданням для автомобільних

виробників і ремонтних майстерень. Цей процес повинен враховувати не лише правильне встановлення барабанів на ступицю, але й налаштування оптимального контакту між ними. Лише за таких умов можна гарантувати безпеку на дорозі, ефективність гальмування та тривалий термін експлуатації гальмівної системи транспортного засобу.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова барабанного гальмівного механізму автомобіля

Барабанний гальмівний механізм є одним з типів гальмівних систем, який використовується в багатьох автомобілях. Він складається з декількох ключових компонентів, які працюють разом для забезпечення ефективного гальмування. Давайте розглянемо будову барабанного гальмівного механізму більш детально.

Гальмівний барабан: Задача барабана в барабанному гальмівному механізмі полягає не тільки у закритті і захисті гальмівних компонентів, але й у створенні необхідного тертя для сповільнення руху автомобіля. Ось детальніший опис будови барабана:

Барабан є круглою металевою оболонкою, зазвичай виготовленою з чавуну або спеціальних сплавів, і його розмір відповідає розміру колеса автомобіля. Він має внутрішню порожнину, яка є простором, в який встановлюються інші компоненти гальмівної системи.

Внутрішня поверхня барабана має ребристу або гофровану текстуру, яка допомагає збільшити тертя між барабаном і гальмівними колодками. Це важливо для ефективного гальмування, оскільки тертя перетворює кінетичну енергію руху в тепло, сповільнюючи автомобіль.

Барабан має дві отвори: один для встановлення на ось колеса автомобіля і інший для забезпечення доступу до гальмівних компонентів. Він кріпиться на задній вузол автомобіля за допомогою болтів або гвинтів, а також може бути додатково зафіксований гайками.

Барабан має велике значення для ефективності гальмування. Він повинен бути у гарному стані, без пошкоджень, тріщин або нерівностей, щоб забезпечити належний контакт і тертя з гальмівними колодками. Регулярна перевірка стану барабана і його обслуговування, включаючи шліфування або заміну, якщо необхідно, є важливою частиною обслуговування гальмівної системи автомобіля.

Узагалі, барабанний гальмівний механізм використовується переважно на задніх колесах автомобілів, оскільки він надає більшу механічну перевагу і меншу схильність до накопичення бруду та пилу порівняно з дисковими гальмами. Проте, у сучасних автомобілях дедалі частіше використовуються дискові гальма, які мають кращу ефективність і керованість.

Гальмівні колодки є важливою частиною барабанного гальмівного механізму. Ось більш детальний опис їх будови та функцій:

Гальмівні колодки складаються з невеликих пластин, виготовлених з спеціального гальмівного матеріалу, який має високий коефіцієнт тертя. Цей матеріал зазвичай містить армовану смолу, складні керамічні сполуки або металеві волокна, що допомагають забезпечити ефективне гальмування і довговічність.

Гальмівні колодки мають напівкільцеву форму, що відповідає внутрішньому діаметру гальмівного барабана. Це дозволяє їм точно вписуватися в простір між внутрішньою поверхнею барабана і гальмівним барабаном.

Під час гальмування гальмівний механізм активується, натискаючи гальмівні колодки на внутрішні поверхні барабана. Це створює силу тертя між колодками і барабаном, яка сповільнює обертання колеса і зупиняє рух автомобіля. Колодки виконують функцію перетворення кінетичної енергії руху в тепло за рахунок тертя.

Гальмівні колодки мають бути високоякісними та добре підготовленими. Вони повинні мати достатньої товщини, щоб забезпечити відповідну довговічність і ефективність гальмування. Крім того, колодки мають бути правильно змазані і належно закріплені на гальмівних направляючих, щоб уникнути нерівномірного зносу та забезпечити однаковий контакт з барабаном.

В разі зносу або пошкодження гальмівних колодок, вони можуть бути замінені новими, щоб забезпечити належну ефективність гальмування. Регулярна перевірка стану колодок і їх заміна за потреби є важливою частиною обслуговування гальмівної системи автомобіля.

Враховуючи важливу роль гальмівних колодок у забезпеченні безпеки та ефективності гальмування, рекомендується довіряти цей процес

кваліфікованому технічному спеціалісту або сервісному центру, щоб забезпечити правильну установку та належне функціонування гальмівної системи вашого автомобіля.

Колодочні направляючі є важливими компонентами барабанного гальмівного механізму, які допомагають забезпечити належне функціонування гальмівних колодок. Ось більш детальний опис їх будови та функцій:

Колодочні направляючі зазвичай виготовляються з металевих матеріалів, таких як сталь або алюміній, які мають достатню міцність і стійкість до високих навантажень і температур. Вони розташовані по обидва боки гальмівного барабана і забезпечують точне посадку гальмівних колодок.

Колодочні направляючі мають канавки або жолобки, в які вставляються краї гальмівних колодок. Ці канавки дозволяють колодкам рухатися вперед і назад при гальмуванні і відпусканні педалі гальма. Рухома посадка гальмівних колодок дозволяє їм правильно контактувати з внутрішньою поверхнею барабана при гальмуванні, що забезпечує ефективне тертя і сповільнення автомобіля.

Одна з важливих функцій колодочних направляючих полягає в забезпеченні рівномірного зносу гальмівних колодок. Вони дозволяють колодкам рухатися вільно і рівномірно, уникнувши нерівномірного зносу колодок і сприяючи однаковому контакту з поверхнею барабана. Це покращує ефективність гальмування та тривалість роботи гальмівної системи.

Колодочні направляючі також можуть мати втручання або резинові заглушки, які запобігають накопиченню бруду, пилу та вологи у місцях контакту з гальмівними колодками. Це допомагає забезпечити плавний рух колодок і запобігти затягуванню або застряганню.

Регулярна перевірка стану колодочних направляючих і їх змащення спеціальним гальмівним мастилом є важливою частиною обслуговування гальмівної системи. Це допомагає забезпечити плавний рух колодок і забезпечити їх належну функціональність.

Гальмівний циліндр є важливим компонентом гальмівної системи барабанних гальм автомобіля. Ось детальніший опис цього елемента та інших допоміжних компонентів:

Гальмівний циліндр: Гальмівний циліндр може бути одно- або двохкамерним і зазвичай розташовується на задній осі автомобіля. Він містить поршні, які переміщуються під дією гідравлічного тиску. Коли водій натискає на педаль гальма, гальмівна рідина під високим тиском перекачується в циліндр, змушуючи поршні вийти вперед. Це створює тиск на гальмівні колодки і сприяє їх контакту з внутрішньою поверхнею барабана, що призводить до гальмування автомобіля.

Регулюючий механізм: Барабанні гальма часто мають механізм регулювання, який дозволяє підтримувати оптимальний зазор між гальмівними колодками та внутрішньою поверхнею барабана. Це важливо для забезпечення належного функціонування гальмів і мінімізації зносу. Регулюючий механізм може бути механічним або автоматичним і дозволяє змінювати положення гальмівних колодок для компенсації зносу або забезпечення рівномірного гальмування.

Гальмівні пружини: Гальмівні пружини розташовані між гальмівними колодками і гальмівним барабаном. Вони відповідають за повернення гальмівних колодок у вихідне положення після відпускання педалі гальма. Гальмівні пружини допомагають уникнути постійного контакту між колодками та барабаном, зменшуючи тертя та знос.

Задній регулятор гальм: Задній регулятор гальм - це додатковий механізм, який часто використовується на задніх барабанних гальмах. Він призначений для автоматичного регулювання сил гальмування на задніх колесах, щоб уникнути занадто різкого заторможування задньої осі автомобіля. Задній регулятор гальм змінює розмір зазору між гальмівними колодками та барабаном, залежно від навантаження на задню вісь, що забезпечує стабільне та ефективне гальмування.

Ці компоненти гальмівної системи разом працюють для забезпечення належного функціонування барабанних гальм автомобіля. Регулярне обслуговування, включаючи перевірку та заміну несправних деталей, є важливим для забезпечення безпеки і ефективності гальмівної системи.

Це загальний опис будови барабанного гальмівного механізму автомобіля. Варто відзначити, що деякі деталі можуть варіюватися в залежності від конкретної моделі автомобіля та його виробника.

1.2 Опис гальмівних барабанів автомобіля

Гальмівні барабани є важливою складовою частиною гальмівної системи автомобіля. Вони використовуються для зменшення швидкості або зупинки руху транспортного засобу шляхом перетворення кінетичної енергії в теплову енергію.

Гальмівні барабани автомобіля виконують важливу функцію зменшення швидкості або повної зупинки транспортного засобу. Вони є одним із типів гальмівних систем, які використовуються в автомобільній промисловості. Основне призначення гальмівних барабанів полягає в перетворенні кінетичної енергії руху автомобіля в теплову енергію за допомогою тертя.

Під час гальмування, коли водій натискає на педаль гальма, гідравлічна або механічна система передає сигнал до гальмівних барабанів. Внутрішні гальмівні колодки, які розташовані в барабані, натискаються на його поверхню, створюючи тертя. Це тертя зупиняє обертання барабана та колеса, що призводить до зменшення швидкості або повної зупинки автомобіля.

Гальмівні барабани здатні виробляти значну кількість тепла під час гальмування. Це пояснюється тим, що тертя між гальмівними колодками і внутрішньою поверхнею барабана перетворює кінетичну енергію автомобіля на теплову енергію. Гальмівні барабани мають спеціальні конструктивні особливості, такі як вентиляційні отвори або канали, які допомагають виводити накопичене тепло та забезпечувати ефективне охолодження гальмівної системи.

Основні переваги використання гальмівних барабанів у порівнянні з гальмівними дисками включають їхню високу стійкість до зносу, здатність працювати ефективно при великих навантаженнях, а також більш доступну ціну заміни. Гальмівні барабани також мають менший вплив на дію гальмівної системи під час прохолодних погодних умов, оскільки вони менш схильні до замерзання або забруднення.

Усе враховуючи, гальмівні барабани автомобіля відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки на дорозі. Вони дозволяють водіям контролювати швидкість і зупинку автомобіля, забезпечуючи ефективну гальмівну дію та стабільність під час гальмування.

Основна конструкція гальмівного барабана включає металевий барабановий корпус з внутрішнім полостью. Цей корпус встановлюється на ступицю колеса і пов'язаний з системою передачі гальмівних зусиль. На внутрішній поверхні барабана розташовані гальмівні колодки, які натискаються на нього під дією гідравлічного або механічного механізму.

Матеріал, з якого виготовляються гальмівні барабани, зазвичай є стійким до високих температур і зносу, таким як чавун або спеціальні сплави. Це забезпечує довговічність і надійність гальмівного барабана навіть при інтенсивному гальмуванні.

На внутрішній поверхні гальмівного барабана можуть бути насічки або виступи, які сприяють покращенню тертя між гальмівними колодками і барабаном. Це допомагає забезпечити краще гальмівне дійство та зменшити ризик блокування коліс під час гальмування.

Окрім того, гальмівні барабани мають отвори або канали для вентиляції та охолодження. Це необхідно для розсіювання випромінювання тепла, яке виникає під час гальмування і може призвести до перегріву системи гальмування. Вентиляційні канали також допомагають виводити пил і бруд, які можуть накопичуватися під час експлуатації автомобіля.

Гальмівні барабани потребують регулярного обслуговування і періодичної заміни зношених компонентів, таких як гальмівні колодки і пружини. Це необхідно для забезпечення оптимальної ефективності гальмування та безпеки на дорозі.

Важливо відзначити, що гальмівні барабани зазвичай використовуються в задніх колесах автомобілів, тоді як передні колеса можуть бути обладнані гальмівними дисками. Це залежить від конструкції та специфікацій конкретної моделі автомобіля.

1.3 Аналіз технологічного процесу балансування, виявлення недоліків

Опис технологічного процесу усунення дисбалансу приварюванням дуговим зварюванням балансувальних вантажів:

У цьому описі буде розглянуто технологічний процес, який використовує дугове зварювання для усунення дисбалансу приварювання балансувальних вантажів.

Перш за все, слід зазначити, що дисбаланс приварювання балансувальних вантажів виникає, коли точка центру маси вантажу несприятливо розташована відносно осі обертання. Це може створювати проблеми, такі як нерівномірне розподілення ваги і вібрації.

Для вирішення цієї проблеми використовується технологія дугового зварювання. Початковим кроком є підготовка балансувальних вантажів до процесу зварювання. Вони можуть бути виготовлені з металу, наприклад, сталі, і мають відомі параметри маси і геометрії.

Далі, застосовується дугове зварювання для приварювання балансувальних вантажів до відповідних механізмів або компонентів. Дуга створюється шляхом використання електричного струму, який протікає через електрод і робочу поверхню. Це створює високу температуру, необхідну для плавлення металу і його з'єднання.

Процес зварювання вимагає точності та контролю. Важливо забезпечити правильне розташування балансувальних вантажів із врахуванням геометрії механізмів, щоб досягти оптимального балансу. Для цього можуть використовуватися спеціальні фіксатори та позиціонери.

Після завершення процесу зварювання, вантажі повинні бути перевірені на правильність приварювання та геометричну стабільність. Якщо виявлено будь-які дефекти або неправильності, необхідні додаткові дії, такі як перезварювання або корекція.

Окрім усунення дисбалансу, дугове зварювання може також забезпечувати додаткові переваги, такі як міцність з'єднання та захист від корозії. Враховуючи точність і контроль, які надає цей процес, він стає

ефективним і надійним методом для усунення дисбалансу приварювання балансувальних вантажів.

Отже, технологічний процес усунення дисбалансу приварюванням дуговим зварюванням балансувальних вантажів включає підготовку вантажів, зварювання з використанням дуги та контроль для досягнення оптимального балансу. Цей процес забезпечує точність, міцність і надійність з'єднання балансувальних вантажів, що є важливими факторами у багатьох промислових застосуваннях.

Креслення гальмівного барабана в зборі зі маточкою наведено на рисунку 1.1.

Виконання цього технологічного процесу робітником-зварювальником може мати кілька негативних сторін, які варто врахувати. Ось деякі з них:

Вимоги до кваліфікації: Цей процес вимагає високої кваліфікації зварювальника, оскільки правильне розташування і приварювання балансувальних вантажів є критичним. Робітник-зварювальник повинен мати достатні знання і досвід у дуговому зварюванні, а також розуміння вимог щодо геометрії та балансування системи.

Ручна робота: Процес розкладання вантажів по радіусу гальмівного барабана та приварювання вимагає ручної праці зварювальника. Це може бути важким завданням, особливо якщо вантажі великі або важкі. Ручна робота може впливати на точність розташування вантажів та якість зварювання.

Використання зварювального напівавтомата: Зварювальний напівавтомат, який використовується для приварювання вантажів, може бути дорогим у підтримці та обслуговуванні. Також потрібно враховувати витрати на енергію та ресурси, пов'язані з роботою зварювального обладнання.

Вплив середовища вуглекислого газу: Використання середовища вуглекислого газу може мати вплив на здоров'я робітника-зварювальника. Необхідно вживати заходи безпеки та дотримуватись вимог стосовно провітрювання робочого простору, щоб забезпечити безпечні умови праці.

Потенційні дефекти та нестабільність: Незважаючи на усі заходи безпеки та кваліфікацію зварювальника, існує ризик виникнення дефектів під час приварювання балансувальних вантажів. Нестабільне з'єднання може призвести

до нерівномірного розподілу ваги і збільшення вібрації, що може вплинути на ефективність та безпеку роботи системи.

Враховуючи ці негативні сторони, важливо розробляти і впроваджувати відповідні заходи безпеки, навчання та контроль якості для забезпечення надійного та безпечного виконання технологічного процесу усунення дисбалансу приварюванням дуговим зварюванням балансувальних вантажів.

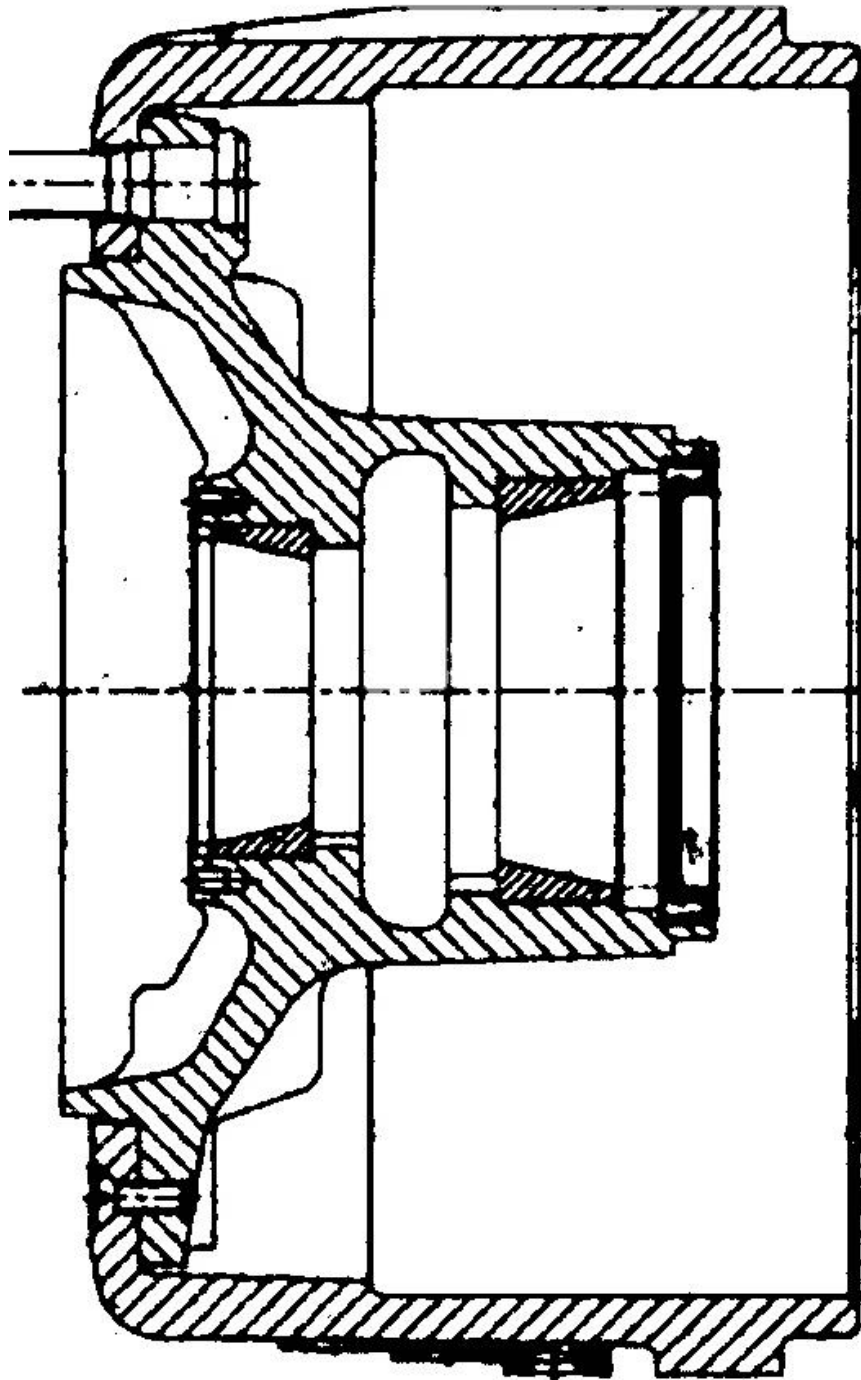


Рис. 1.1. Гальмівний барабан зі маточкою у зборі.

1.4 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Аналіз і вивчення існуючих методів та технологій балансування гальмівного барабана з маточкою.

Розробка концепції автоматизованої установки для балансування гальмівного барабана з маточкою.

Проектування та розробка необхідного обладнання та механізмів для автоматизованої установки.

Розробка програмного забезпечення для керування та контролю автоматизованою установкою.

Огляд автоматизованої установки на виробничому підприємстві.

Експериментальні дослідження та тестування автоматизованої установки для підтвердження її ефективності та якості роботи.

Оцінка ефективності та порівняння результатів з існуючими методами балансування гальмівного барабана.

Вдосконалення та оптимізація автоматизованої установки на основі отриманих результатів.

Підготовка звіту та презентації дипломного проекту, включаючи детальний опис розробленої автоматизованої установки, її функціональних можливостей та переваг.

Виконання цих завдань спрямоване на досягнення основної мети - підвищення якості та швидкості процесу балансування гальмівного барабана з маточкою за допомогою автоматизованої установки. Це дозволить покращити продуктивність та конкурентоспроможність виробничого підприємства, знизити ризик дефектів та забезпечити високу якість вироблених гальмівних барабанів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного процесу балансування гальмівних барабанів автомобіля

Технологічний процес балансування гальмівних барабанів автомобіля включає наступні етапи:

Підготовка: Перший етап балансування гальмівних барабанів полягає в ретельній підготовці. Гальмівний барабан перевіряється на наявність відхилень і дефектів, таких як тріщини або нерівності. Це можна зробити візуально або за допомогою спеціальних контрольних пристроїв.

При перевірці барабана слід звернути увагу на будь-які незвичайні ознаки пошкодження, які можуть вплинути на його балансування та функціонування. Такі дефекти можуть виникнути в результаті механічних пошкоджень, корозії або інших факторів.

Додатково, перед початком балансування гальмівний барабан повинен бути чистим та вільним від будь-яких забруднень. Це забезпечить точність і надійність процесу балансування. За необхідності, барабан може бути очищений від бруду, пилу або залишків попередньої обробки, використовуючи відповідні засоби та методи.

Важливо дотримуватися встановлених виробником рекомендацій щодо перевірки та підготовки гальмівних барабанів перед балансуванням, оскільки це може забезпечити якість та безпеку роботи гальмівної системи автомобіля.

Встановлення на балансувальний верстат: Після підготовки гальмівний барабан кріпиться на спеціальному пристрої балансувального верстата. Цей пристрій призначений для стійкого закріплення барабана таким чином, щоб його можна було обертати безпечно та без похибок.

Балансувальний верстат має жорстку конструкцію, що забезпечує стабільність і точність процесу балансування. На ньому розміщено спеціальні механізми та пристрої для кріплення гальмівного барабана.

Гальмівний барабан кріпиться на центральній осі верстата, яка забезпечує його рівномірне обертання. Зазвичай, для кріплення використовуються спеціальні гвинти, що фіксують барабан у певному положенні, щоб уникнути його зсуву або відхилень під час балансування.

Пристрій балансувального верстата також може мати вбудовані датчики та пристрої для вимірювання коливань і нерівностей гальмівного барабана під час його обертання. Ці датчики дозволяють отримувати точні вимірювання і детальну інформацію про дисбаланс барабана.

Встановлення гальмівного барабана на балансувальний верстат є важливим етапом, оскільки правильне і надійне закріплення забезпечує точність і ефективність процесу балансування, а також безпеку роботи з обертаючимся барабаном.

Перевірка дисбалансу: Після встановлення гальмівного барабана на балансувальний верстат, процес перевірки дисбалансу розпочинається. Барабан обертається з певною швидкістю, а датчики та прилади, розташовані на балансувальному верстаті, вимірюють коливання та нерівності барабана.

Датчики виявляють мінімальні коливання, які виникають внаслідок нерівномірного розподілу маси гальмівного барабана. Ці коливання передаються до приладів, які аналізують їх і визначають рівень дисбалансу.

Під час обертання барабана, якщо він має дисбаланс, це може проявлятися у формі нерівномірного руху або коливання. Датчики фіксують ці коливання і передають дані на прилади, які обробляють інформацію та визначають міру дисбалансу барабана.

Результати вимірювання дозволяють з'ясувати, в якій мірі гальмівний барабан не є рівномірно розподіленим. Ця інформація допомагає оператору визначити необхідні кроки для досягнення балансу. Наприклад, можуть використовуватися грузики або інші компенсаційні елементи для компенсації дисбалансу.

Після завершення перевірки дисбалансу, оператор отримує дані про рівень дисбалансу гальмівного барабана. Ця інформація використовується для подальшої корекції та вирішення проблеми дисбалансу.

Коригування дисбалансу: Після виявлення дисбалансу гальмівного барабана, проводиться процес його коригування. Цей етап має на меті досягнення рівномірного розподілу маси барабана, що дозволить підвищити якість його роботи та запобігти виникненню небажаних коливань.

Для коригування дисбалансу можуть використовуватися різні методи, залежно від специфіки проблеми та доступних технологій. Один з поширених методів - нанесення ваги в певних точках барабана. Це досягається шляхом прикріплення додаткових вагових елементів, таких як спеціальні грузики або сталеві смужки, на визначені місця барабана.

Оператор, керуючись результатами попередніх вимірювань та аналізом дисбалансу, розташовує вагові елементи на барабані в тих місцях, де вони найефективніше компенсують нерівномірну масу. Це можуть бути точки, де розташована найбільша маса або точки, які демонструють найбільшу відхилення від рівноваги.

Крім нанесення вагових елементів, іншим способом коригування дисбалансу може бути видалення матеріалу з певних точок барабана. Цей метод застосовується у випадках, коли виявлено зайву масу в певних областях барабана. За допомогою спеціальних інструментів або обробних процесів, зайвий матеріал може бути видалений для досягнення балансу.

Коригування дисбалансу проводиться з урахуванням точності та керованості процесу. Важливо, щоб кожне втручання в масу барабана було збалансованим та точним, щоб уникнути створення нових нерівностей та дисбалансу.

Після завершення коригування дисбалансу, гальмівний барабан повторно перевіряється на балансувальному верстаті, щоб переконатися, що досягнуто рівновагу. Цей процес може повторюватися кілька разів, поки не буде досягнуто оптимального балансу, що забезпечить ефективну та безперебійну роботу гальмівного барабана.

Перевірка після коригування: Після проведення коригування дисбалансу гальмівного барабана, виконується повторна перевірка з метою впевненості, що коригування було успішним та дисбаланс зменшений до прийнятних значень.

На цьому етапі, гальмівний барабан знову розміщується на балансувальному верстаті або в спеціальному пристрої, який забезпечує його вільне обертання. За допомогою датчиків та приладів, проводиться вимірювання коливань та нерівностей, щоб оцінити рівень дисбалансу.

При виконанні перевірки після коригування, спостерігається за поведінкою барабана під час обертання. Якщо відсутні коливання, нерівномірний рух або інші ознаки дисбалансу, це свідчить про успішність проведеного коригування.

У разі, якщо після коригування виявляються невеликі залишкові показники дисбалансу, вони повинні бути зменшені до прийнятних значень. Для цього можуть застосовуватись додаткові корекційні дії, такі як додаткове нанесення ваги або видалення матеріалу відповідно до потреби.

Перевірка після коригування є важливою процедурою, оскільки вона дозволяє впевнитися в якості виконаної роботи та гарантує, що гальмівний барабан буде працювати оптимально, без небажаних коливань і проблем. В разі необхідності, процес коригування та перевірки може повторюватись до досягнення високої точності та відповідності вимогам.

Фінальна обробка: Після успішного балансування гальмівного барабана, виконується фінальна обробка, яка включає додаткові процеси для покращення його якості, довговічності та захисту від корозії.

Один із можливих кроків фінальної обробки - полірування. Під час полірування на поверхні барабана використовуються спеціальні абразивні матеріали, що допомагають видалити дрібні нерівності та подряпини. Цей процес дозволяє досягти гладкої та рівної поверхні барабана, що покращує його ефективність та забезпечує кращий контакт з гальмівними колодками.

Крім полірування, гальмівний барабан може піддаватися нанесенню захисного покриття. Це може бути спеціальне покриття, яке запобігає корозії та зносу поверхні барабана. Таке покриття може бути напівпрозорим або має вигляд плівки, яка надійно захищає метал від агресивного впливу навколишнього середовища.

Фінальна обробка гальмівного барабана покликана підвищити його довговічність та забезпечити оптимальні умови його роботи. Вона зменшує

ймовірність появи корозії, подряпин та інших пошкоджень, що можуть негативно вплинути на його функціонування. Після фінальної обробки, гальмівний барабан готовий до встановлення на автомобіль та безперебійної роботи у системі гальмування.

Важливо зазначити, що технологічний процес балансування гальмівних барабанів може варіюватися в залежності від конкретних умов та виробничих потреб. Рекомендується дотримуватися встановлених виробником автомобіля або обладнання рекомендацій та безпечних практик під час виконання даного процесу.

У новому технологічному процесі робота, яка раніше виконувалася зварювальником, тепер виконується за допомогою пристрою для набору та установки грузиків, а також зварювального робота.

Починаючи з початку процесу, вузол, який потребує балансування, передається на робоче місце зварювання. Цей крок виконується в автоматичному режимі, без необхідності вручну переміщувати вузол.

Після цього вузол розміщується у зручному для зварювання положенні. Це також відбувається автоматично в рамках циклу роботи. За допомогою спеціальних механізмів вузол позиціонується вертикально для зварювання.

У технологічному процесі балансування використовуються балансувальні грузики, які відраховуються з відсіків бункера позицій 2, 3 та 4. Це відбувається в різних комбінаціях сигналів світлового табло балансувального верстата. Максимально припустимий рівень дисбалансу складає 1 кгсм, і його усунення вимагає приварювання необхідної кількості грузиків масою 60, 90 та 180 грамів. Відрахування грузиків відбувається в автоматичному циклі.

Після відрахування грузиків, вони мають бути розташовані на барабані вантажу відповідно до його діаметру. Грузики укладаються один за одним, зв'язуючись між собою, щоб створити рівномірний розподіл маси. Цей процес також відбувається автоматично в рамках циклу роботи балансувального верстата.

Таким чином, автоматично відраховані балансувальні грузики розміщуються на барабані вантажу відповідно до його діаметру, забезпечуючи балансування системи. Цей процес дозволяє досягти високої точності та

ефективності усунення дисбалансу і забезпечує стабільну роботу балансувального верстата.

Необхідно приварити грузики до ступиці, яка має гальмівний барабан, використовуючи електродугове зварювання у середовищі CO₂. Для цього використовуються електрозаклепувальні шви діаметром Ø 15 мм згідно з. При цьому допускається незначна увігнутість шва до 2 мм. Потрібно також дотримуватись інших типів швів згідно з ГОСТ 1477, залежно від конкретних комбінацій грузиків:

3 грузики масою 180 грам плюс 3 грузики масою 90 грам.

2 грузики масою 180 грам плюс 2 грузики масою 90 грам.

1 грузик масою 180 грам плюс 2 грузики масою 90 грам.

1 грузик масою 180 грам плюс 1 грузик масою 90 грам плюс 1 грузик масою 60 грам.

3 грузики масою 90 грам плюс 3 грузики масою 60 грам.

Вантажівки з грузиками масою 90 грам тощо, у різних комбінаціях.

Для зварювання використовується електродугове зварювання з використанням CO₂ як захисного середовища. Важливо дотримуватись вказаних в ГОСТ норм щодо діаметру шва та його увігнутості, щоб забезпечити надійне з'єднання грузиків зі ступицею. Перераховані комбінації грузиків представляють різні способи розміщення та кількості грузиків, які використовуються для балансування системи.

Цей новий технологічний процес значно спрощує роботу, яка раніше виконувалася зварювальником. Замість ручного набору грузиків та ручного позиціонування вузла, пристрій для набору та установки грузиків та зварювальний робот виконують ці операції автоматично. Це призводить до покращення швидкості та точності процесу балансування вузла, а також забезпечує більш стабільне та надійне з'єднання.

2.2 Розробка пристрою набору грузиків

Лінія MORANDO включає у себе спеціальне обладнання для балансування маточок з гальмівним барабаном в зборі. Це обладнання, яке має

назву "Установка для балансування маточок з гальмівним барабаном у зборі", є однією з складових частин лінії MORANDO. Загальний зовнішній вигляд установки можна побачити на малюнку 2.1.

Технічні характеристики цієї установки, призначеної для балансування гальмівних барабанів у зборі зі маточкою, приведені в таблиці 2.1. Ця таблиця надає детальну інформацію про основні технічні параметри та властивості цієї установки.

Ми маємо зварювальний напівавтомат з назвою ПДГ-502. Загальний зовнішній вигляд цього напівавтомата можна побачити на малюнку 2.2.

Наведені нижче технічні характеристики стосуються зварювального напівавтомата моделі ПДГ-502:

Живлення: 220 В, однофазне.

Потужність: 5 кВА.

Діапазон регулювання струму зварювання: 30-200 А.

Тип зварювання: дугове зварювання.

Використовувані електроди: рутілові, базові, нержавіючі.

Максимальний діаметр електроду: 5 мм.

Наявність захисту від перевантаження і перегріву.

Клас захисту: IP21S.

Габаритні розміри (ШхВхГ): 320 мм х 240 мм х 150 мм.

Вага: приблизно 7 кг.

Ці технічні характеристики вказують на основні параметри та можливості зварювального напівавтомата ПДГ-502. Вони дозволяють користувачу оцінити сумісність цього пристрою зі своїми потребами у зварювальних роботах і визначити його потенційні можливості.

У таблиці представлена детальна інформація про основні технічні параметри і характеристики цього пристрою. Ці характеристики дозволяють ознайомитися з особливостями роботи та функціональними можливостями цього напівавтомата.

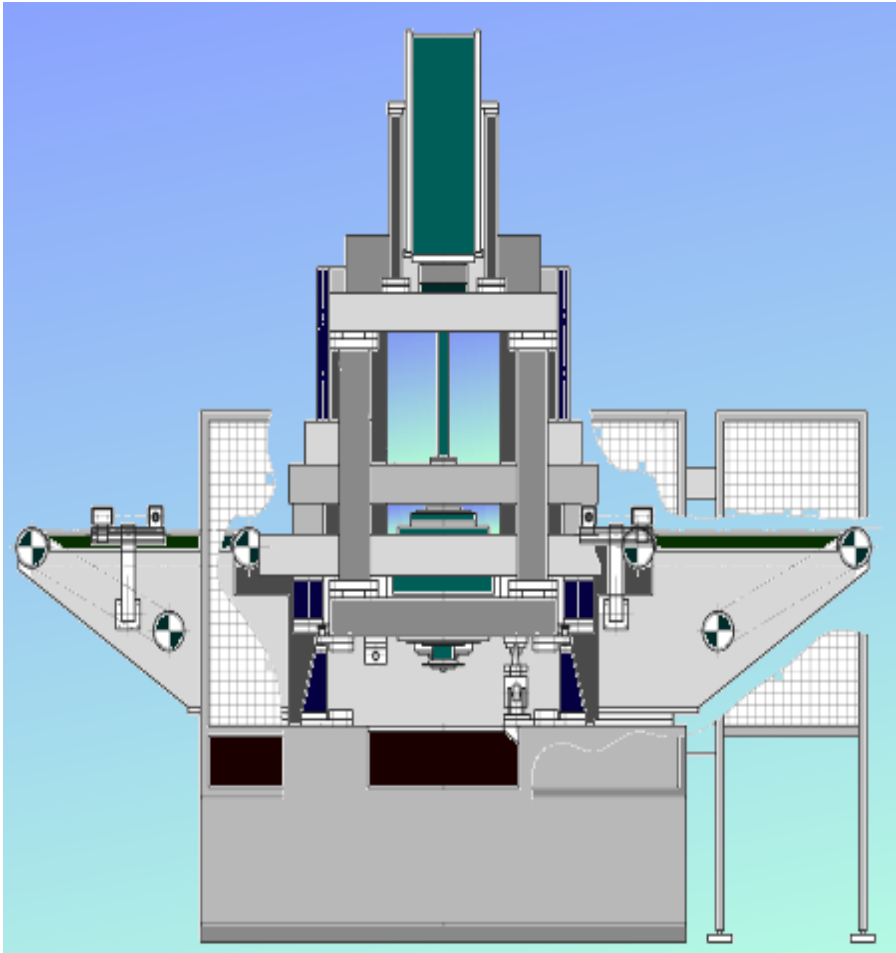


Рис. 2.1. Установка для балансування.

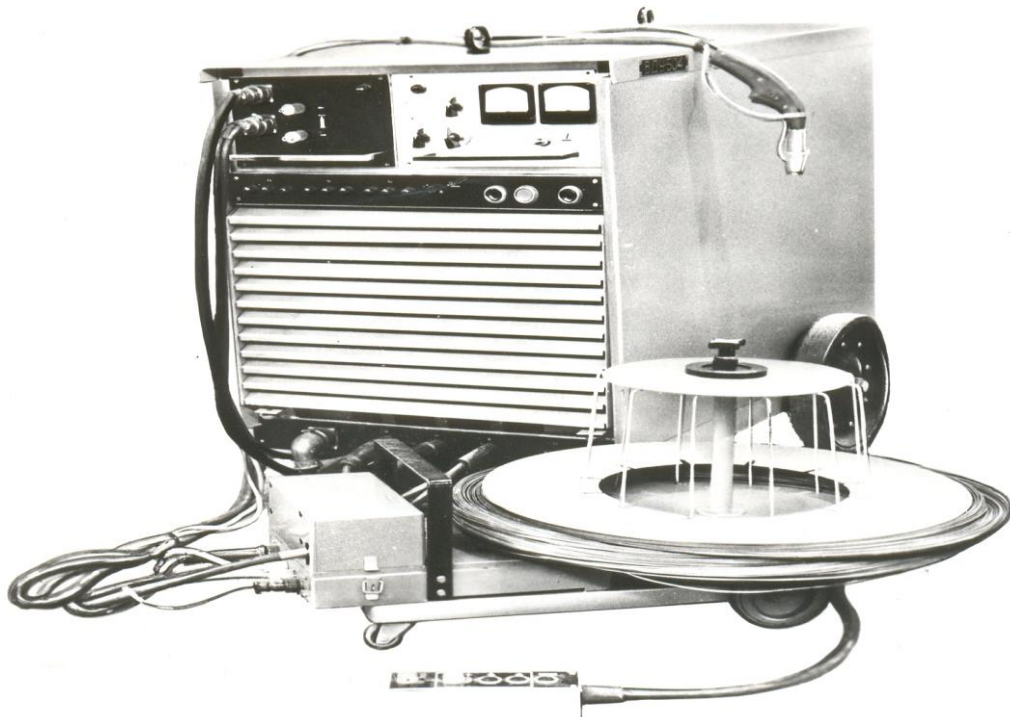


Рис. 2.2. Напівавтомат зварювальний модель ПДГ-502.

Креслення пристрою набору вантажів разом з підйомним пристроєм і гальмівним бараном наведено на рис. 2.2.

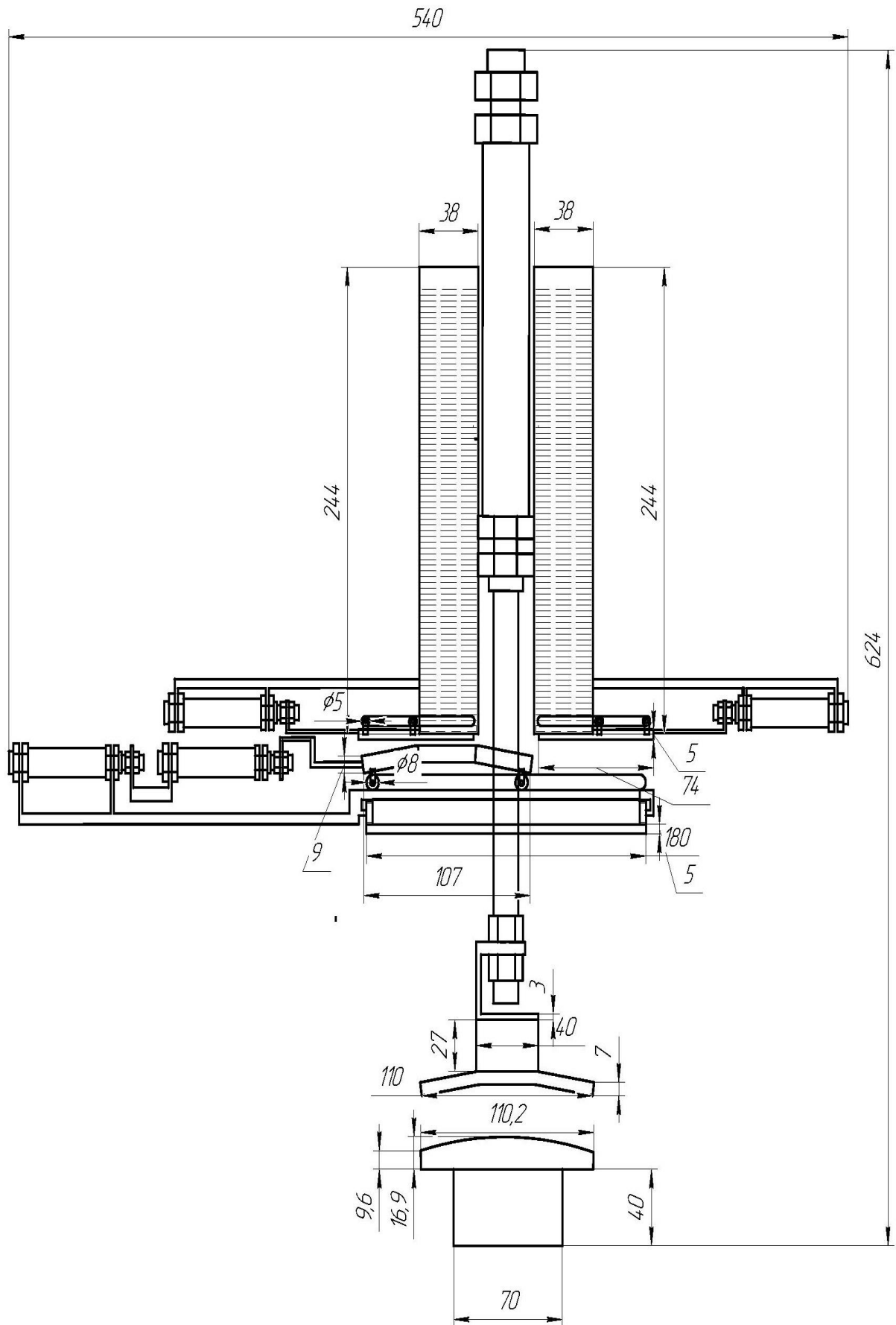


Рис. 2.3. Механізм набору грузиків.

2.3 Вибір обладнання

При виборі виробника технічних засобів автоматизації слід керуватися кількома основними принципами, що висуваються до цих засобів.

Функціональність: Виробник технічних засобів повинен забезпечити широкий спектр функціональних можливостей, які відповідають потребам конкретного проекту автоматизації. Це означає, що засоби повинні мати достатню гнучкість і розширюваність для впровадження нових функцій у майбутньому.

Сумісність: Важливо вибрати виробника, чия технологія може легко і ефективно інтегруватися з наявною інфраструктурою. Така сумісність забезпечує плавний процес впровадження та мінімізує витрати на перепрограмування або заміну існуючих систем.

Надійність: Виробник повинен мати відмінну репутацію щодо якості своїх продуктів і послуг. Важливо дослідити рівень надійності, довговічності та стабільності засобів автоматизації, а також доступність технічної підтримки.

Скалабельність: При виборі виробника варто враховувати можливість масштабування системи автоматизації. Засоби повинні бути здатні працювати як для невеликих проектів, так і для великих підприємств зі зростанням обсягів роботи.

Технічні засоби автоматизації можуть включати програмне забезпечення, апаратне забезпечення, сенсори, контролери, мережеві пристрої та інші компоненти. Важливо враховувати вимоги проекту та специфічні потреби бізнесу при виборі конкретних засобів автоматизації.

Для здійснення процесу приварювання вантажів, нам необхідний промисловий робот. Промисловий робот Irb 140 є одним з продуктів, вироблених компанією АВВ і використовується для автоматизованого виконання різноманітних завдань у промислових процесах. Нижче наведено детальний опис технічних характеристик промислового робота Irb 140:

Навантаження і радіус дії:

Максимальне навантаження: Залежить від версії робота, зазвичай варіюється від 6 до 10 кг.

Максимальний радіус дії: Також залежить від версії, зазвичай становить близько 1,44 метра.



Рис. 2.4. IRB 140 Промисловий робот.

Точність і повторюваність:

Точність позиціонування: Зазвичай має точність позиціонування в межах $\pm 0,02$ мм.

Повторюваність: Забезпечує повторюваність в межах $\pm 0,03$ мм.

Швидкість і продуктивність:

Максимальна швидкість переміщення: Зазвичай досягає 1,5 м/сек.

Швидкість повороту (основна ось): Зазвичай становить 180° /сек.

Швидкість роботи: Може варіюватись від 5 до 25 циклів на хвилину, залежно від завдання.

Керування та програмування:

Керування: Використовує контролер IRC5, що забезпечує просте та ефективне керування роботом.

Мови програмування: Підтримує мови програмування, такі як RAPID, що дозволяють розробляти складні програми для виконання завдань.

Безпека:

Вбудовані системи безпеки: Має вбудовані системи безпеки, такі як обмеження швидкості, датчики перешкод, що дозволяють уникнути аварій та забезпечити безпеку операторів.

Вага і розміри:

Вага робота: Зазвичай становить близько 220 кг (без додаткового обладнання).

Розміри: Залежать від конкретної версії робота, але зазвичай мають компактні габарити, що дозволяють ефективно використовувати простір у виробничих приміщеннях.

Важливо зазначити, що це лише загальний опис технічних характеристик промислового робота Irb 140, і конкретні параметри можуть відрізнятися залежно від модифікації та налаштувань робота. Рекомендується звернутися до офіційної документації виробника для отримання докладної і точної інформації.

Під час зварювання, промисловий робот виконує переміщення пальника зварювального напівавтомата Super synergic 600 pulse R.A.

Зварювальний напівавтомат Super synergic 600 pulse R.A. рис. 2.5 є пристроєм, який використовується для проведення зварювальних робіт. Ось детальний опис його технічних характеристик:

Режими зварювання:

Синергетичний режим: Дозволяє автоматично налаштовувати оптимальні параметри зварювання, що спрощує процес і підвищує якість з'єднання.

Пульсуючий режим: Забезпечує можливість зварювання з пульсуючим струмом, що дозволяє досягати більш точних і контрольованих результатів.

Потужність та напруга:

Максимальна потужність: Залежить від конфігурації та моделі, зазвичай становить від 400 до 600 ампер.

Напруга живлення: Зазвичай працює в межах від 220 до 440 вольт.



Рис. 2.5. Зварювальний напівавтомат Super synergic 600 pulse R.

Функціональність та можливості:

Підтримка різних типів зварювання: Включає такі типи, як MMA (ручне дугове зварювання), МАГ (метал-дугове зварювання) та TIG (дугове зварювання з нешкідливим газом).

Регульовані параметри: Дозволяють налаштувати швидкість подачі дроту, струм, напругу та інші параметри залежно від вимог конкретного зварювального завдання.

Можливість програмування: Надається можливість зберігання та використання різних програм зварювання для різних матеріалів і завдань.

Керування та інтерфейс:

Контролер: Оснащений інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом керування, що дозволяє зручно налаштувати параметри та моніторити процес зварювання.

Сенсорний дисплей: Має сенсорний екран для зручного вибору режимів та налаштувань.

Безпека:

Захист від перевантажень: Вбудована система захисту від перевантажень, яка забезпечує безпеку пристрою та оператора.

Вентиляція та охолодження: Оснащений вентиляційною системою та системою охолодження, що забезпечує оптимальну роботу пристрою навіть при тривалому використанні.

Важливо враховувати, що це загальний опис технічних характеристик зварювального напівавтомата Super synergic 600 pulse R.A., а конкретні можливості та параметри можуть відрізнитись залежно від моделі та конфігурації. Рекомендується звернутися до офіційної документації виробника для отримання детальної і точної інформації.

Промисловий робот IRB 140 має широкий спектр застосувань у різних сферах промисловості. Основні сфери застосування IRB 140 включають:

Автомобільна промисловість: IRB 140 використовується для автоматизації процесів, пов'язаних зі складанням, зварюванням, фарбуванням та іншими операціями виробництва автомобілів.

Електронна промисловість: У сфері виробництва електроніки, робот IRB 140 використовується для монтажу, тестування, паяння та інших операцій, пов'язаних з виробництвом електронних компонентів та приладів.

Упаковування та логістика: IRB 140 знаходить застосування в автоматизації процесів упакування, палетизації, сортування та навантаження товарів у логістичних центрах та складах.

Харчова промисловість: У галузі харчового виробництва, робот IRB 140 може використовуватись для збору, сортування, пакування та обробки продуктів харчування.

Машинобудування: IRB 140 знайшовшишишиши використання у машинобудуванні для збору, монтажу, обробки та тестування складних механізмів та обладнання.

Фармацевтична промисловість: В даній галузі, робот IRB 140 може використовуватись для автоматизації процесів заповнення, упакування, маркування та інших завдань, пов'язаних з виробництвом лікарських препаратів.

Це лише кілька основних сфер застосування IRB 140, і його можна використовувати у багатьох інших промислових галузях в залежності від конкретних потреб та завдань.

IRB 140 доступний в двох спеціалізованих версіях: IRB 140 Foundry Plus і IRB 140 Wash.

IRB 140 Foundry Plus:

Призначення: Ця версія розроблена спеціально для застосування в функціональних областях, пов'язаних зі вказівними виробництвами, де можуть бути присутні високі температури, пил та агресивні середовища.

Особливості:

Захист від пилу і розпилення: IRB 140 Foundry Plus має додаткові заходи захисту, такі як спеціальне ущільнення та фільтрація повітря, щоб запобігти проникненню пилу та розпилення внутрішніх компонентів робота.

Термостійкість: Ця версія має підвищену термостійкість, що дозволяє йому працювати в умовах високих температур.

Особлива конструкція: IRB 140 Foundry Plus має особливу конструкцію зі спеціальними матеріалами, які допомагають забезпечити стійкість до агресивних середовищ.

IRB 140 Wash:

Призначення: Ця версія розроблена для застосування в галузях, де робот потребує регулярного очищення та миття, таких як харчова промисловість або фармацевтична промисловість.

Особливості:

Водонепроникність: IRB 140 Wash має захист від проникнення вологи та води, що дозволяє мити його безпосередньо під потоком води або застосовувати очищуючі розчини.

Можливість дотримання стандартів гігієни: Ця версія відповідає вимогам стандартів гігієни і може використовуватись в умовах, де важлива чистота та санітарія.

Спеціальні матеріали: IRB 140 Wash використовує матеріали, що не корозіюють або не пошкоджуються під впливом вологи та мийних розчинів.

Обидві версії IRB 140 - Foundry Plus і Wash - є спеціалізованими варіантами, розробленими для вимогливих середовищ та специфічних умов виробництва. Вони пропонують додаткові функції та захист, що дозволяє їм ефективно працювати в цих умовах.

Основні переваги версій IRB Foundry Plus і Wash промислового робота IRB 140 такі:

IRB Foundry Plus: Захист від пилу і розпилення: Ця версія має спеціальні заходи захисту, що дозволяють уникнути проникнення пилу та розпилення у внутрішні компоненти робота, забезпечуючи його надійну роботу в умовах, де присутній високий рівень пилу.

Термостійкість: IRB Foundry Plus володіє підвищеною термостійкістю, що дозволяє роботу в умовах високих температур, які можуть бути присутні в застосуваннях у вказівних виробництвах.

Стійкість до агресивних середовищ: Ця версія має особливу конструкцію та використовує спеціальні матеріали, які забезпечують стійкість до агресивних середовищ, таких як хімічні речовини чи пил з високим вмістом абразивних матеріалів. **IRB Wash: Водонепроникність:** Версія IRB Wash має високий рівень захисту від проникнення вологи та води, що дозволяє безпосереднє миття робота під потоком води або використання очищуючих розчинів.

Відповідність стандартам гігієни: IRB Wash відповідає стандартам гігієни та санітарії, що робить його ідеальним вибором для застосувань у харчовій промисловості та фармацевтичній галузі. **Спеціальні матеріали:** Ця версія використовує матеріали, які не корозіють або не псуються під впливом вологи та мийних розчинів, забезпечуючи тривалу та надійну роботу робота під час очищення. Ці переваги дозволяють версіям IRB Foundry Plus і Wash ефективно працювати в умовах, де інші стандартні версії робота можуть не відповідати вимогам та ускладнити процес автоматизації.

2.4 Планування ділянки

У складі автоматичної лінії MORANDO знаходиться установка, яка включає в себе балансування гальмівних барабанів зі ступицею в зборі. Прямо після установки розміщена кабіна зварювальника, в якій проводиться коригування дисбалансу. У даній роботі, замість зварювальника, встановлюється промисловий робот, і до цієї кабіни додається пристрій для набору грузиків. Загальний вигляд установки можна побачити на рис. 2.6.

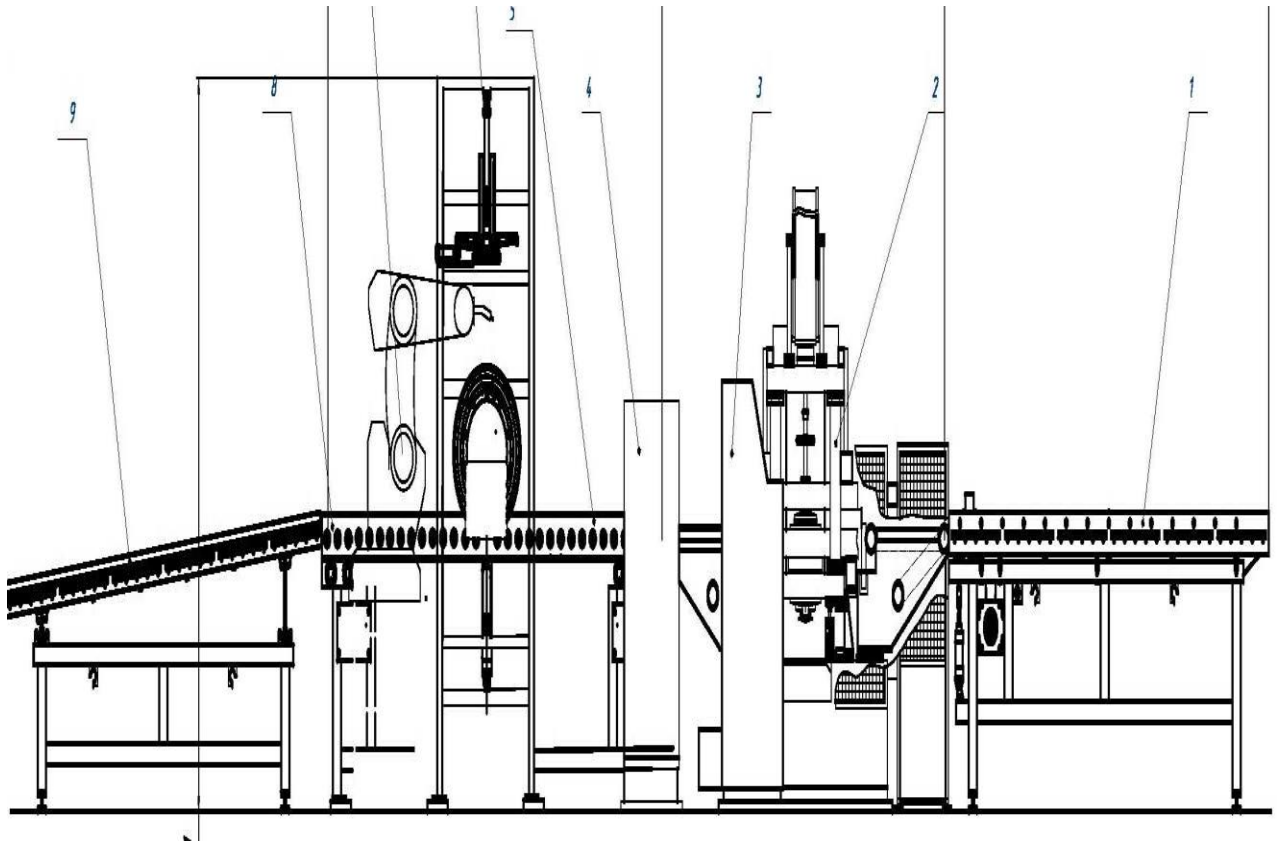


Рис. 2.6. Загальний вигляд установки.

Автоматична лінія MORANDO є комплексною системою, розробленою для виробництва і обробки гальмівних барабанів зі ступицею в зборі. Ця лінія включає різноманітні елементи та пристрої, які забезпечують автоматизований процес виробництва та оптимізують якість та продуктивність роботи.

Основні компоненти автоматичної лінії MORANDO включають:

Установка балансування гальмівних барабанів зі ступицею в зборі: Цей етап лінії відповідає за правильне балансування гальмівних барабанів зі ступицею, що є критичним для забезпечення оптимальної роботи гальмівної системи. Кабіна зварювальника: Після установки балансування розташована кабіна зварювальника, де проводиться усунення дисбалансу. В цій кабіні робітник проводить необхідні корекції та налаштування для досягнення оптимального балансу.

Промисловий робот і пристрій набору грузиків: В рамках даного дипломного проекту, замість зварювальника, встановлюється промисловий робот. До кабіни зварювальника додається спеціальний пристрій набору грузиків, який використовується для корекції балансу гальмівних барабанів з використанням автоматизованого процесу.

Автоматична лінія MORANDO забезпечує ефективну і надійну автоматизацію процесу виробництва гальмівних барабанів зі ступицею в зборі, підвищуючи продуктивність, якість та точність виготовлення цих компонентів.

2.5 Математичний опис системи управління

Система управління отримує вхідні змінні у вигляді сигналів від датчиків. Уся інформація про датчики була зведена в таблицю 2.2, де вони описані разом зі своїми характеристиками. Також, для зручності спостереження за станом установки для балансування та роботи, сигнали, що надходять від них, були зведені у таблицю 2.1. Ця таблиця надає інформацію про різні сигнали та їх значення, що вказують на різні стани установки. Управляючі сигнали для виконавчих пристроїв є вихідними змінними системи управління. Вони регулюють роботу виконавчих пристроїв залежно від поточного стану системи. У таблиці 2.3. наведено призначення кожного управляючого сигналу, що допомагає зрозуміти їх роль та вплив на роботу системи управління.

Таблиця 2.1. Опис призначення сигналів системи.

Сигнал	Опис призначення
S1	Індикатор 1 малий вантаж
S2	Індикатор 2 малих вантажів
S3	Індикатор 1 великий вантаж
S4	Індикатор 2 великих вантажів
S5	Індикатор 4 великих вантажу
S6	Індикатор 8 великих вантажів
S7	Індикатор допуск
S8	Приварювання вантажів закінчено

Таблиця 2.2. Опис призначення датчиків.

Датчик	Опис призначення
X1	Наявність барабана в зоні завантаження конвеєра
X2	Наявність барабана в зоні розвантаження конвеєра.
X3	Наявність маленьких грузиків
X4	Наявність великих грузиків
X5	Тягач маленьких вантажів втягнутий
X6	Толкач маленьких вантажів висунутий
X7	Товкач великих вантажів втягнутий
X8	Тягач великих вантажів висунутий
X9	Пневмоциліндр1 Контейнера втягнутий
X10	Пневмоциліндр1 Контейнера висунуто
X11	Пневмоциліндр2 Контейнера втягнутий
X24	Пневмоциліндр2 Контейнера висунуто
X12	Каретка втягнута
Датчик	Опис призначення
X13	Каретка висунута
X14	Маніпулятор зверху
X15	Маніпулятор знизу
X16	Електромагніт у вихідному положенні
X17	Електромагніт у барабані
X18	Передня колона опущена
X19	Передня колона піднята
X20	Задня колона опущена
X21	Задня колона піднята
X22	Наявність барабана в зоні завантаження конвеєра – розвантаження
X23	Наявність барабана в зоні розвантаження конвеєра – розвантаження

Таблиця 2.3. Призначення сигналів, що управляють.

Керуючий сигнал	Опис призначення
У1	Фіксатор балансувальних вантажів уперед
У2	Фіксатор балансувальних вантажів назад
У3	Увімкнення захватного пристрою фіксатора
У5	Толкач маленьких вантажів уперед
У6	Толкач маленьких вантажів назад
У7	Тягач великих грузиків вперед
У8	Тягач великих грузиків назад
У9	Пневмоциліндр 1 контейнера вліво
У10	Пневмоциліндр 1 контейнера праворуч
У11	Пневмоциліндр 2 контейнери вліво
Керуючий сигнал	Опис призначення
У12	Пневмоциліндр 2 контейнери праворуч
У13	Каретка вперед
У14	Каретка тому
У15	Маніпулятор вгору
У16	Маніпулятор вниз
У17	Увімкнення захватного пристрою маніпулятора
У19	Увімкнення конвеєра завантаження
У21	Увімкнення конвеєра розвантаження
У23	Підняття передньої колони підйомного пристрою
У24	Опускання передньої колони підйомного пристрою
У25	Підняття задньої колони підйомного пристрою
У26	Опускання задньої колони підйомного пристрою

2.6 Розробка математичної моделі

Математична модель системи включає в себе систему логічних рівнянь, які відображають поведінку різних виконавчих пристроїв відповідно від значення сигналу, які поступають від датчиків. Ці логічні рівняння використовуються для опису та передачі логіки роботи системи.

Математична модель системи формується відповідно до циклограми роботи системи. Циклограма роботи визначає послідовність дій та переходів між станами системи, що включають виконавчі пристрої та їх реакцію на вхідні сигнали. За допомогою циклограми роботи створюється математична модель, яка відображає поведінку системи та дозволяє аналізувати та керувати її роботою.

Сигнали управління для виконавчих пристроїв, які відповідають за фіксацію балансувальних вантажів вперед:

$$Y_1 = X_{19} \cdot X_{21} \cdot X_{15}.$$

Фіксатор вантажів балансувальних до заду:

$$Y_2 = S_8 \cdot \bar{Y}_3.$$

Активація пристрою захватного фіксатора:

$$Y_3 = \bar{S}_8 \cdot X_{17}.$$

Товкач вантажів маленьких до переду:

$$Y_5 = X_3 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{24} + X_3 \cdot X_6 \cdot X_{10} \cdot X_{24} + X_3 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{11}.$$

Товкач вантажів маленьких до заду:

$$Y_6 = X_7.$$

Рух тягача грузиків великих до переду:

$$Y_7 = X_4 \cdot X_7 \cdot X_9 \cdot X_{24} + X_4 \cdot X_7 \cdot X_{10} \cdot X_{24} + X_4 \cdot X_7 \cdot X_9 \cdot X_{11}.$$

Рух тягач грузиків великих до заду:

$$Y_8 = X_8.$$

Каретку до переду:

$$Y_{13} = X_{19} \cdot X_9 \cdot X_{24} \cdot X_6 \cdot X_7.$$

Каретку до заду:

$$Y_{14} = Y_{17} \cdot X_{14}.$$

Увімкнення або вимкнення роботи:

$$Z_1 = X_{17} \cdot Y_3 \cdot X_{14}.$$

Маніпулятора у гору:

$$Y_{15} = \bar{Y}_{17} \cdot X_{15}.$$

Маніпулятора униз:

$$Y_{16} = X_{12} \cdot X_{19} \cdot X_{21}.$$

Активація пристрою для захвату маніпулятора:

$$Y_{17} = X_{13} \cdot X_{14}.$$

Активація конвеєру для завантаження:

$$Y_{19} = X_1 \cdot \bar{X}_2 \cdot X_{18} \cdot X_{20}.$$

Активація конвеєру для розвантаження:

$$Y_{21} = X_{22} \cdot \bar{X}_{23} \cdot X_{18} \cdot X_{20}.$$

Керування підніманням передньої колони пристрою підйомного:

$$Y_{23} = X_{18} \cdot X_1.$$

Керування опусканням передньої колони пристрою підйомного:

$$Y_{24} = X_{20} \cdot S_8.$$

Керування підніманням задньої колони пристрою підйомного:

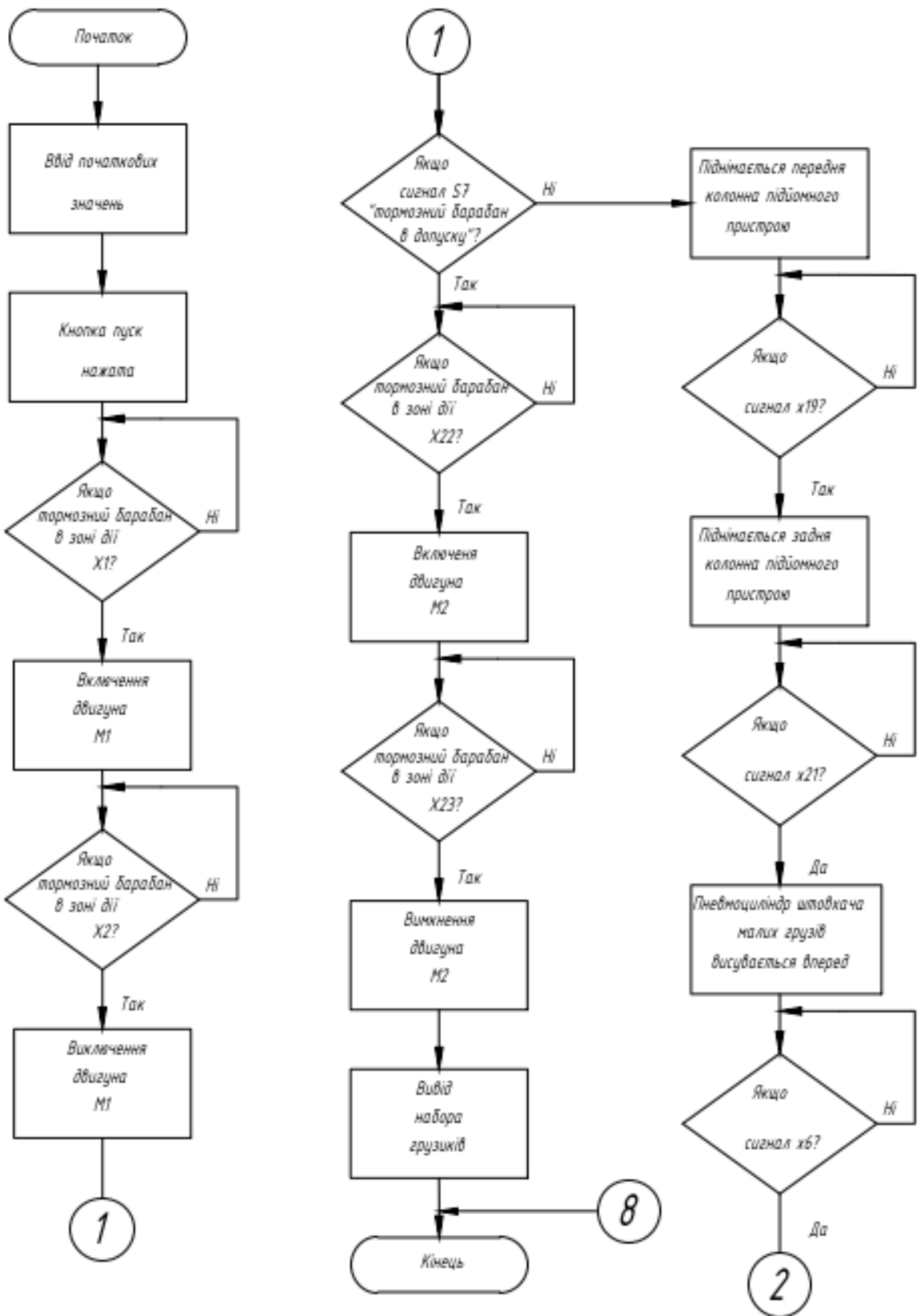
$$Y_{25} = X_{20} \cdot X_{19}.$$

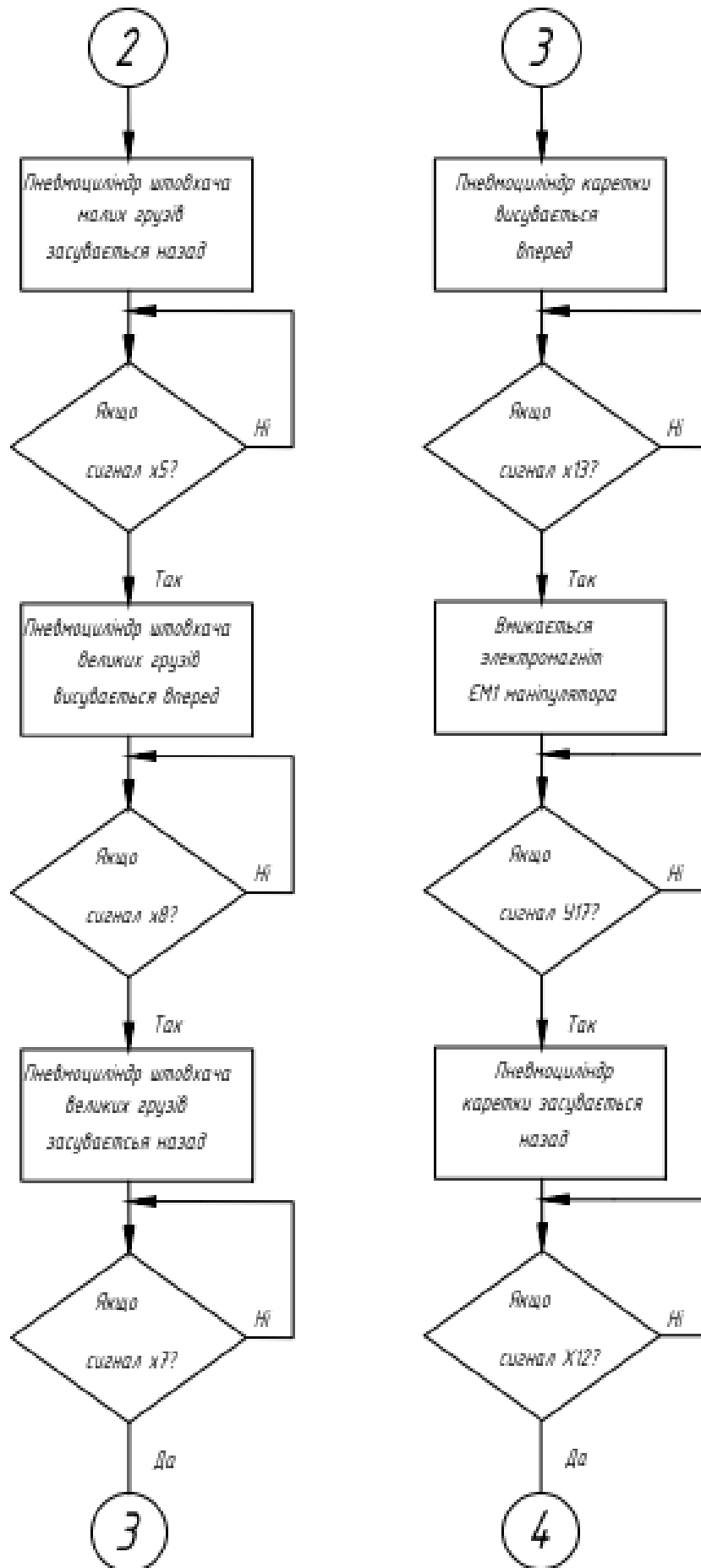
Керування опусканням задньої колони пристрою підйомного:

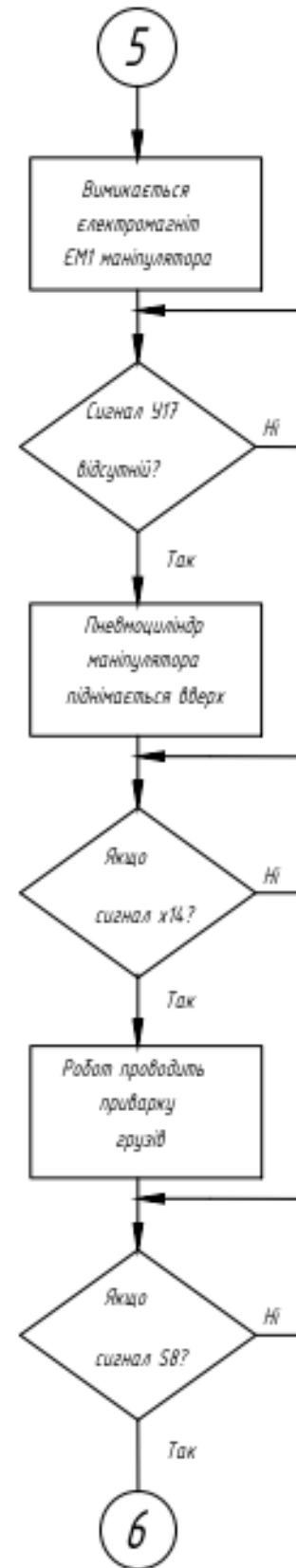
$$Y_{26} = X_{16} \cdot S_8.$$

2.7 Розробка алгоритму управління

Перед початком розробки основної програми, потрібно провести розробку алгоритмів, які визначають порядок роботи щоб досягти поставлених поставлених задач у програмі, що створюється. Ці алгоритми визначають логіку роботи системи управління та встановлюють правила та процедури, які слід дотримуватись під час роботи програми. Опис роботи системи управління на рис. 2.7.







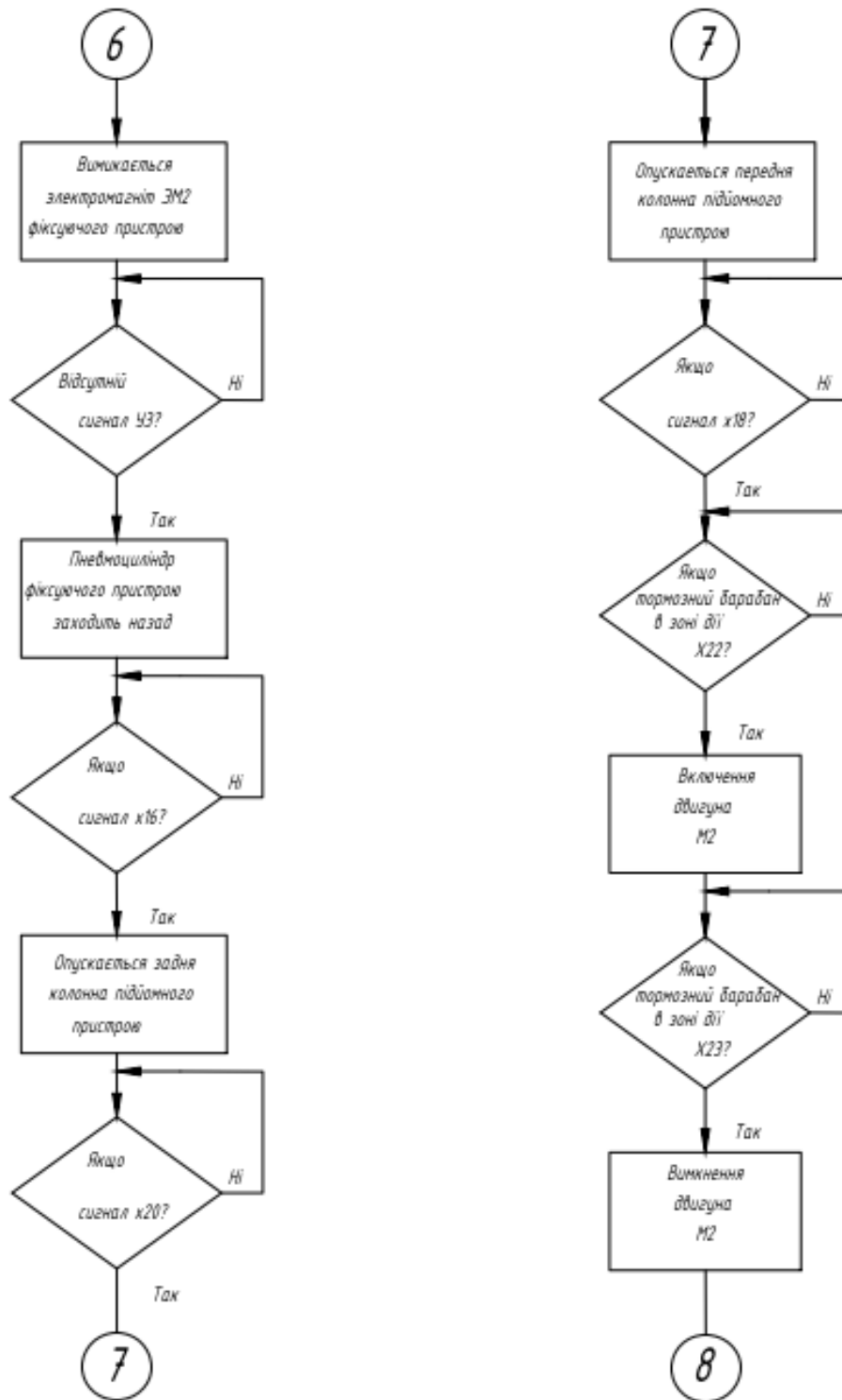


Рис. 2.7. Алгоритм системи управління

Після натискання кнопки "Пуск" виконується послідовна перевірка наявності гальмівного барабана у зоні датчика х1. Після цього активується двигун М1, а конвеєр переміщує барабан до зони датчика х2. Після досягнення зони датчика х2, двигун М1 зупиняється. Наступною дією є перевірка сигналу S7, що вказує на необхідність приварювання вантажів. Якщо приварювання вантажів не потрібно, перевіряється наявність барабана в зоні х22. За умови

присутності барабана, активується двигун M2, а конвеєр розвантаження переносить барабан до зони дії датчика x23. Після досягнення зони x23, двигун M2 зупиняється, та цикл завершується.

Коли приварювання тягарців необхідно виконати, тоді сигнал S1 та S2 комбінуються для визначення потрібної кількості невеликих тягарців. Далі, сигнал S3-S6 поєднуються для обчислення необхідної кількості більших тягарців.

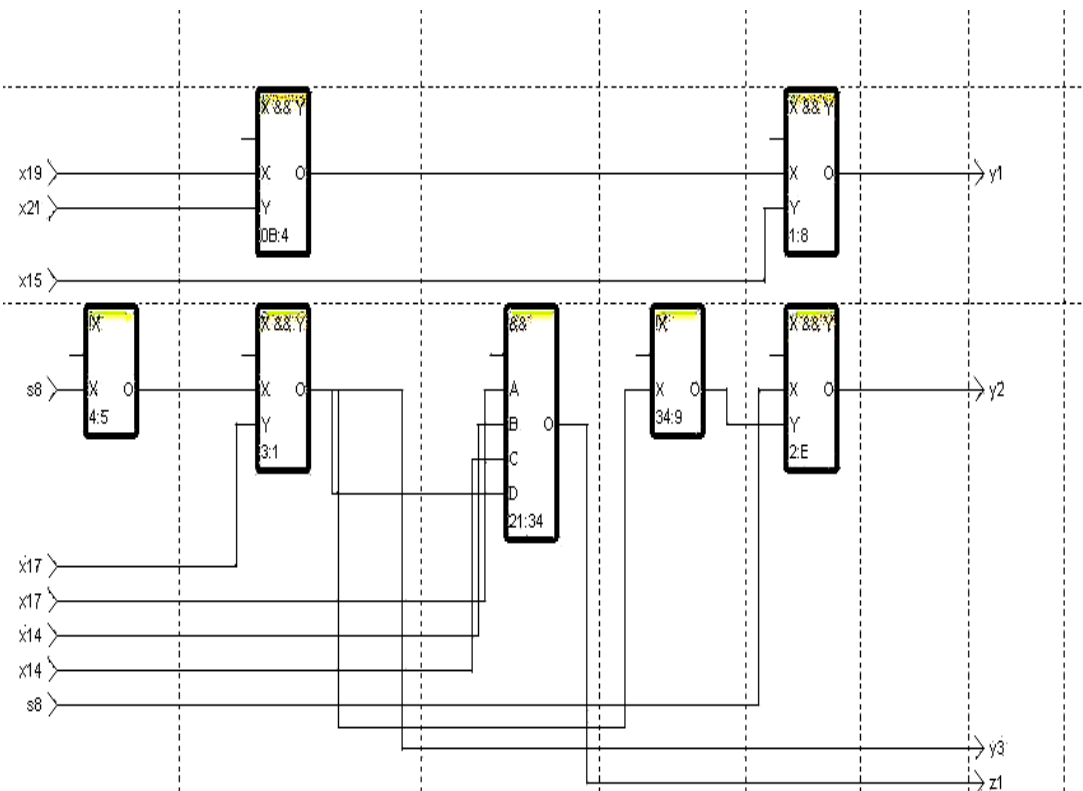
По закінченню проведення розрахунків щодо вантажів, спочатку піднімається передня колона підйомального пристрою до активації датчику X19, а на томість піднімається задня колона підйомального пристрою до активації датчика X21. По закінченню підймання барабану до зручної позиції для процесу зварювання, контролюється наявність сигналу "Контейнер знаходиться в середньому положенні" X9, X24 та наявність малих тягарців в контейнері. Якщо в контейнері є малі тягарці, пневмоциліндр штовхачу малих тягарців переміщається до переду доки активується датчик X6. Пневмоциліндр, що використовується як штовхач для малих тягарців, висувається вперед до активації датчика X5, одночасно захоплюючи інший вантаж. Після цього проводиться перевірка наявності великих тягарців у контейнері. Якщо великі вантажі присутні, пневмоциліндр, що використовується як штовхач для великих вантажів, переміщається до переду доки активується датчик X8. Після захоплення наступного великого вантажу, пневмоциліндр штовхача великих вантажів повертається назад. Далі, пневмоциліндр каретки висувається вперед до активації датчика X13. Після цього включається електромагніт маніпулятора, а пневмоциліндр каретки засувається до активації датчика X12. Пневмоциліндр маніпулятора спускається, спускаючи тягарці на гальмівний барабан щоб провести процес приварювання, доки активується датчик X15. Пневмоциліндр пристрою фіксуючого переміщається до переду доки активується датчик X17, в подальшому електромагніт пристрою фіксуючого включається. Після цього електромагніт пристрою захватного маніпулятора вимикається. Наступним кроком пневмоциліндр маніпулятора піднімається до гори доки активується датчик X14. По закінченню розміщення тягарців на гальмівному барабані і їх фіксація в встановленому положенні, робот виконує

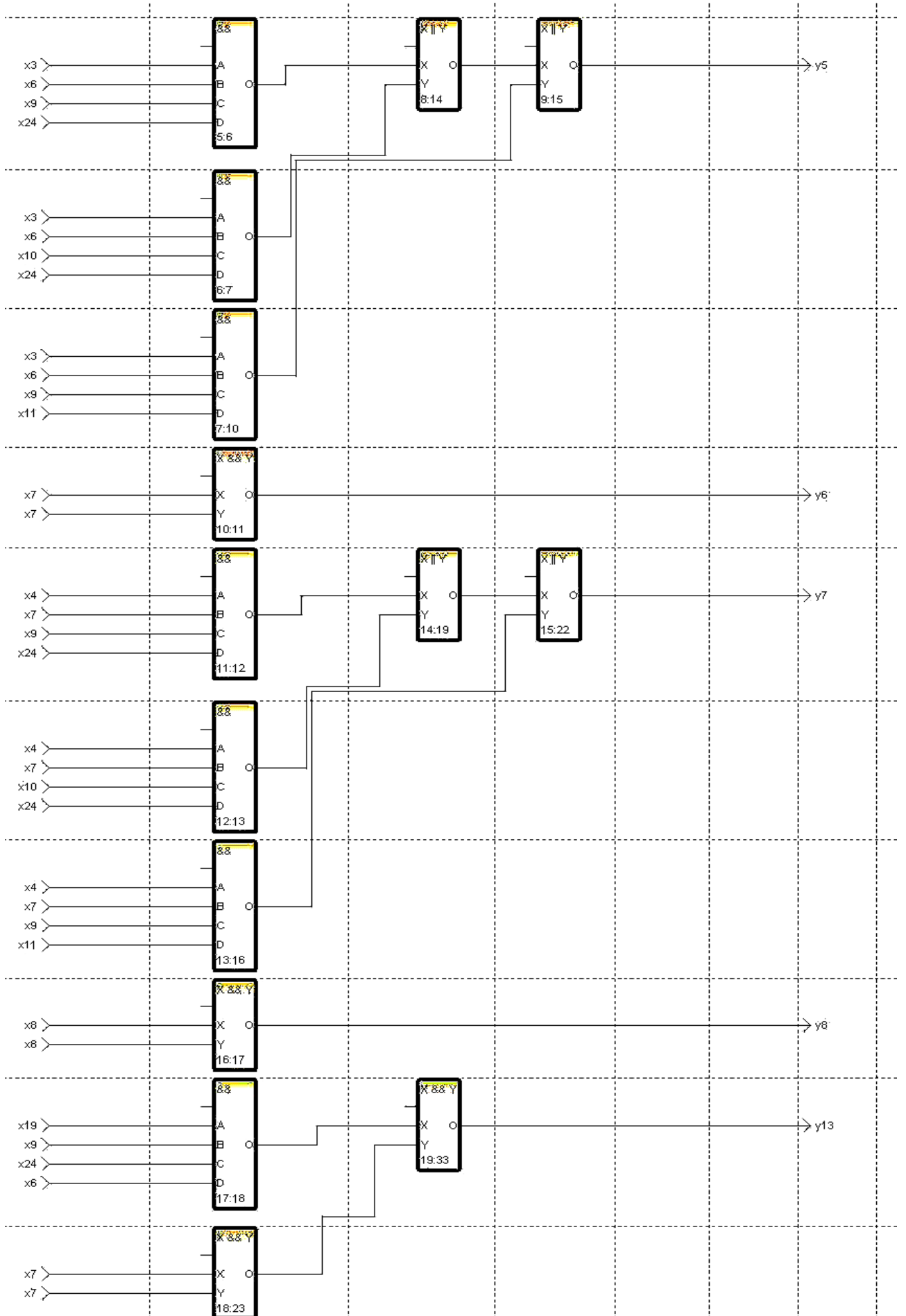
приварювання тягарців. Після цього електромагніт пристрою фіксуючого вимикається. Пневмоциліндр пристрою фіксуючого відходить доки активується датчик X16. Наступним кроком пневмоциліндр колони задньої підйомального пристрою спускається доки активується датчик X20.

Пневмоциліндр колони передньої підйомального пристрою спускається до низу доки активується датчик X18. Після цього двигун M2 вмикається, активуючи конвеєр розвантаження, і гальмівний барабан переміщується конвеєром розвантаження доки активується датчик X23, після чого двигун M2 вимикається. Це позначає закінчення циклу.

2.8 Розроблення програми роботи установки

Схема програма роботи установки зображено на рис. 2.8.





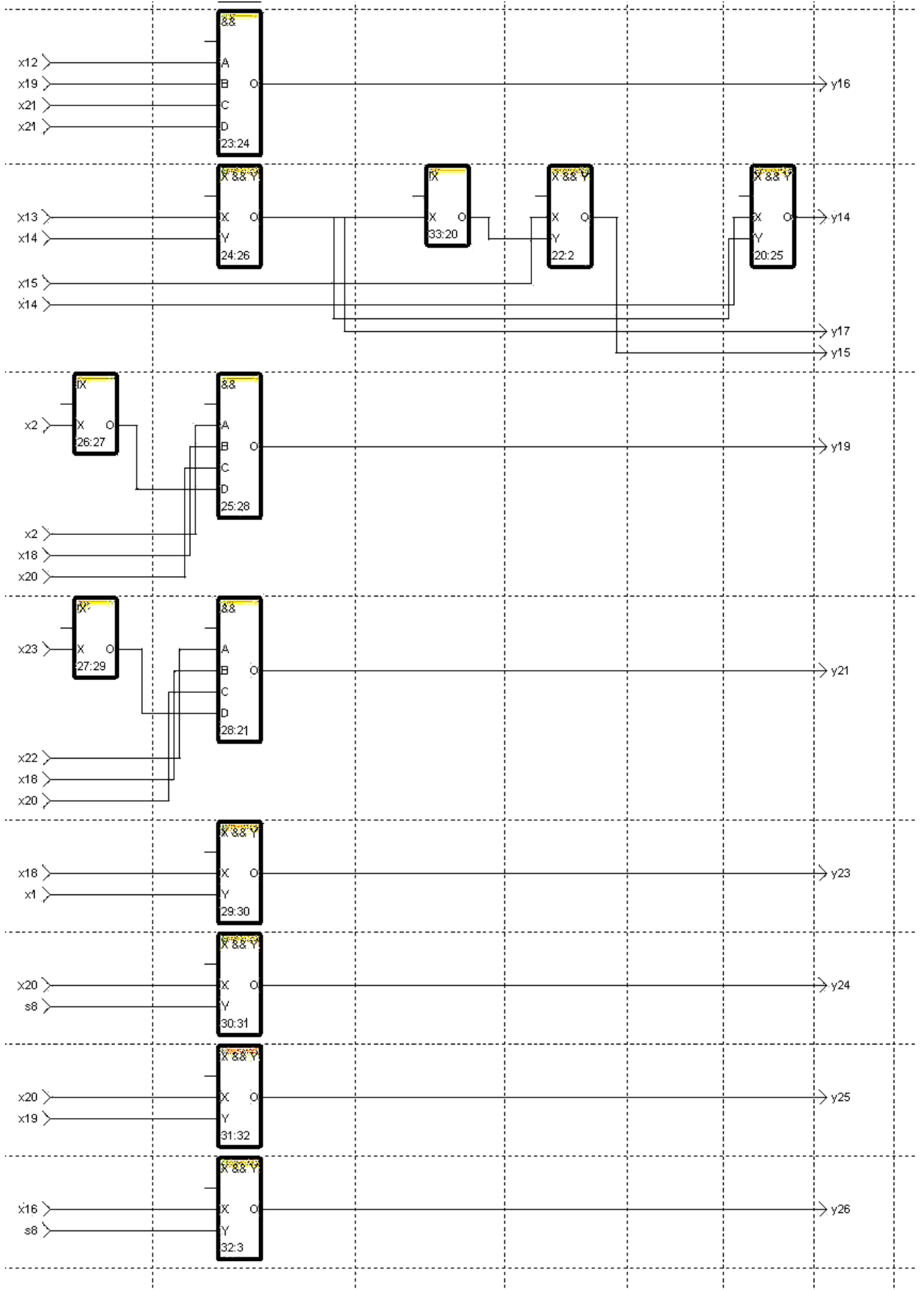


Рис. 2.8. Схема роботи програми установки.

2.9 Загальні показники економічного розрахунку кваліфікаційної роботи бакалавра

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає у детальному дослідженні та розробці підходів для підвищення техніко-економічних показників балансування гальмівного барабана зі маточкою у зборі. Для досягнення цієї мети, у роботі буде приділено особливу увагу автоматизації процесу усунення дисбалансу, яка є ключовим аспектом оптимізації балансування.

Для початку, робота включатиме докладний аналіз технічних аспектів балансування гальмівного барабана зі маточкою у зборі. Будуть вивчені принципи функціонування системи, її складові елементи та взаємодія між ними. Основна увага буде приділена ідентифікації причин дисбалансу та аналізу впливу цього дисбалансу на технічні та економічні показники системи.

Далі, робота буде спрямована на розробку та впровадження автоматизованого процесу усунення дисбалансу. Це передбачатиме використання сучасних технологій і методів, таких як сенсорні системи, автоматичні керуючі пристрої та алгоритми обробки даних. Метою автоматизації є забезпечення точності та ефективності процесу балансування шляхом автоматичного виявлення дисбалансу і виконання відповідних корекцій.

Для оцінки ефективності запропонованого підходу до автоматизації усунення дисбалансу, в роботі буде проведено чисельні експерименти та вимірювання. Результати цих досліджень дозволять оцінити покращення технічних та економічних показників балансування і порівняти їх з традиційними методами.

Отже, мета цієї кваліфікаційної роботи бакалавра полягає не лише у підвищенні техніко-економічних показників балансування гальмівного барабана зі маточкою у зборі, але й у розробці автоматизованого процесу усунення дисбалансу, що сприятиме покращенню якості та ефективності цієї операції.

Розроблена установка для балансування маточини з гальмівним барабаном у зборі є спеціальною технічною системою, призначеною для

точного вимірювання та коригування параметрів дисбалансу маточини з гальмівним барабаном на колесах автомобілів моделі "КАМАЗ". Ця установка знайшла широке застосування в області балансування маточок з гальмівним барабаном 6520-3103010.

Основна функція установки полягає в забезпеченні високої точності вимірювання дисбалансу маточини з гальмівним барабаном. За допомогою спеціальних датчиків та інструментів, установка здійснює вимірювання різниць у масі та розташуванні гальмівних барабанів на маточці, що може викликати небаланс і негативно впливати на роботу автомобільного колеса.

Після вимірювання параметрів дисбалансу, установка надає можливість здійснити коригування шляхом додавання або видалення ваги на маточці чи гальмівному барабані. Це дозволяє досягти оптимального балансу та підвищити технічну ефективність колеса, зменшити шум і вібрацію під час руху автомобіля.

Оскільки установка спеціалізована для моделі "КАМАЗ" з гальмівним барабаном 6520-3103010, вона ідеально підходить для балансування коліс цього типу транспортних засобів. Вона забезпечує високу якість та надійність процесу балансування, сприяючи поліпшенню технічно-економічних показників автомобілів "КАМАЗ" та забезпечуючи комфортну та безпечну їзду.

Інноваційним підходом для покращення продуктивності виробничого процесу є впровадження автоматизації на виробничій дільниці. Запропоновано автоматизувати приварювання вантажів, їх набір та встановлення. Для здійснення процесу зварювання можна використовувати робота-маніпулятора, а для набору та встановлення вантажів – пристрій з маніпулятором для набору вантажів.

Додаткове обладнання є необхідним для ефективного виконання завдань, пов'язаних з обробкою деталей. Серед таких завдань входять переміщення заготовок між верстатами, транспортування деталей до конвеєра, накопичення заготовок між операціями та транспортування готових деталей. Використання допоміжного обладнання дозволяє оптимізувати робочий процес, зменшити час виконання завдань та покращити загальну продуктивність виробничої дільниці.

Автоматизація та впровадження допоміжного обладнання вирішує низку проблем, пов'язаних з ручною працею та можливими помилками операторів. Вона забезпечує точність, швидкість та стабільність процесу виконання робіт, що позитивно впливає на якість та ефективність виробничого процесу в цілому. Для визначення економічної ефективності проводиться створення та аналіз бізнес-плану на п'ятирічний період. У цьому процесі здійснюється порівняння з базовим варіантом, який служить вихідною системою для оцінки. Бізнес-план включає детальний аналіз фінансових показників, таких як витрати, доходи, прибуток, амортизація та інші фактори, які впливають на економічну діяльність. Застосовуються різні методи оцінки, такі як NPV (чиста приведена вартість), ROI (рентабельність інвестицій), показники окупності та інші, щоб визначити фінансову вигідність проекту.

Порівняння з базовим варіантом дозволяє оцінити, наскільки нова система або рішення покращує економічні показники порівняно зі старою системою. Варіант, що вважається базовим, виступає як точка відліку для порівняння. Це дозволяє виявити переваги та недоліки нового рішення та зробити обґрунтований висновок щодо економічної доцільності впровадження нової системи. Аналіз бізнес-плану на п'ятирічний період допомагає зрозуміти, наскільки прибутковим і стійким буде проект у майбутньому. Він враховує фактори ризику, зміни в економічному середовищі та інші фактори, що можуть вплинути на досягнення запланованих результатів. Результати аналізу допоможуть прийняти обґрунтоване рішення щодо економічної доцільності проекту та визначити його потенційний вплив на підприємство.

Річний фонд робочого дня складає 3962 год. Річний випуск деталей складає – 100000 шт./рік. Режим роботи – двозмінний.

В початковому варіанті виробництва було зафіксовано відсоток бракованої продукції на рівні 10%. Брак виникає через неточне приварювання, що впливає на якість деталей, та може бути пов'язаний з людським фактором.

У новому варіанті виробництва впроваджено точну технологію приварювання, що призводить до зменшення відсотка браку до 8%. Це досягнуто завдяки удосконаленому процесу приварювання та можливому використанню автоматизованих систем або спеціалізованого обладнання.

Таблиця 2.4. Дані щодо дільниць

Найменування	Марка	Кіль.	Ціна одиниці, грн.	сума, грн.	Споживана потуж. кВт.
Встановлене обладнання (базовий варіант)					
Установка для вимірювання дисбалансу	УБС	1	1000000	1000000	60
Напівавтомат зварювальний	ПДГ- 502	1	40000	40000	30
Разом:				1040000	90
Проектована ділянка					
Установка для вимірювання дисбалансу	УБС	1	1000000	1000000	60
Промисловий робот	ABB IRB- 140	1	1400000	1400000	4,5
Зварювальний напівавтомат	Super synerg ic 600 pulse RA	1	200000	150000	25
Влаштування набору грузиків	УНБ	1	50 000	200 000	5
Монтаж обладнання				150 000	
Пуско-налагоджувальні роботи				50 000	
Разом:				3000000	94,5

Зменшення відсотка браку до 8% у новому варіанті виробництва вказує на покращення якості деталей та зниження витрат, пов'язаних з відхиленнями та відновленням бракованих продуктів. Це може мати позитивний вплив на репутацію підприємства, зниження витрат та підвищення задоволеності клієнтів. Покращення якості виробництва є одним із ключових чинників успіху та стабільності підприємства.

Таблиця 2.5. містить необхідні початкові дані для проведення розрахунків витрат з урахуванням різних варіантів. Дані, що стосуються початкової системи та запропонованої проектної дільниці, наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.5. Вихідні дані для розрахунку витрат

Найменування даних	Характеристика	
	Варіант 1	Варіант 2
Річна програма виробництва деталей: ВГ, шт/рік	100000	100000
Найменування даних	Характеристика	
Штучний час виконання операції: t, хв	2,5	2
Годинна тарифна ставка основних робітників, грн./год.	45,70	45,70
Коефіцієнт, що враховує підробіток робітників: α	1,4	1,4
Коефіцієнт, який враховує додаткову зарплату: КД.З	1,1	1,1
Коефіцієнт, що враховує Страхові виплати: КС	1,35	1,35
Коефіцієнт, що враховує чисельність бригади: β	1	0
Початкова вартість обладнання, грн./Од.	1040000	3000000
Кількість технологічного обладнання:	1	1
Коефіцієнт зайнятості технологічного обладнання: μ	1	1
Норма річних амортизаційних відрахувань з обладнання: а, %	10	10
Витрати на ремонт обладнання: СР, %	16	16
Річна витрата силової електроенергії, кВт · год/рік	237 620	275 359
Річна витрата технологічної електроенергії: ЕТ, кВт · год/рік	118860	99050
Вартість 1 кВт · год електроенергії: ЦЕ, грн./кВт · год	2.05	2.05

Найменування даних	Характеристика	
Сумарна встановлена потужність обладнання : N _{yi} , кВт	90	94,5
Коефіцієнт попиту електроенергії: КСПР	0,5	0,5
Відсоток шлюбу: КБ, %	0,15	0,08
Витрати на мастильно-обтиральні матеріали: СВ, грн. / Рік ·шт.	12000	12000
Витрати на пристосування: СП, грн/рік	5000	5000
Площа, яку займає обладнання, м ²	140	140
Коефіцієнт зайнятості площі: μS	0,7	0,7
Річні витрати на утримання приміщення, грн./ (м ² ·рік)	2000	2000
Коефіцієнт, що враховує інші цехові витрати:	0,25	0,25

2.10 Розрахунок собівартості операції

Формула визначення технологічної собівартості операції із виготовлення виробу має наступний вигляд:

$$C_{Ti} = C_{OMi} + C_{зПi} + C_{Oi} + C_{OCHi} + C_{Ki} + C_{Пi}, \quad (2.1)$$

Формула для визначення заробітної плати (з урахуванням відрахувань), яка випадає на виріб за певною операцією, має такий вигляд:

$$C_{zi} = C_{zoi} + C_{zvi} + C_{zi}, \quad (2.2)$$

Для цього обладнання є лише один наладчик, який виконує основну роботу. Відповідно для розрахунку заробітної плати будуть враховуватись тільки основні працівники за формулою (2.2):

$$Z_{zi} = Z_{zo_i}$$

Заробітна плата, яка припадає на основних робітників за виконання операцій, розраховується за допомогою наступної формули:

$$C_{zo_i} = C_{zчCi} \cdot \alpha_i \cdot K_{ДЗi} \cdot K_{Ci} \cdot t_i \cdot \beta_{O_i} \quad (2.3)$$

З формули (2.3):

$$C'_{зПi} = 45,7 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot (2,5 / 60) \cdot 1 = 3,96 \text{ грн. / Шт.}$$

Затрати, пов'язані з експлуатацією обладнання, розраховуються за допомогою наступної формули:

$$C_{O_i} = C_{Ai} + C_{Pi} + C_{Ei} + C_{Vi}, \quad (2.4)$$

Вартість ремонту обладнання включає в себе затрати, пов'язані з різними видами ремонтів, технічними оглядами і міжремонтним обслуговуванням. Ці затрати складають 1,6% від вартості обладнання і розраховуються за наступною формулою:

$$C_{Pi} = \frac{K_{OTi} \cdot C_P}{100 \cdot B_{\Gamma}} \quad (2.5)$$

$$C'_{Pi} = \frac{1040000 \cdot 1,6}{100 \cdot 100000} = 1,664 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{Pi} = \frac{3000000 \cdot 1,6}{100 \cdot 100000} = 4,8 \text{ грн. / Шт.}$$

Вартість амортизації визначається згідно з наступною формулою:

$$C_{Ai} = \frac{K_{OTi} \cdot O_i \cdot \mu_{Oi} \cdot a}{100 \cdot B_{\Gamma}} \quad (2.6)$$

$$C'_{Ai} = \frac{1040000 \cdot 1 \cdot 10}{100 \cdot 100000} = 1,04 \text{ грн./шт.};$$

$$C'_{Ai} = \frac{3000000 \cdot 1 \cdot 10}{100 \cdot 100000} = 3 \text{ грн./шт.}$$

Розрахунок витрат на електроенергію здійснюється згідно з наступною формулою:

$$C_{Ei} = C_{ECi} + C_{ETi}, \quad (2.7)$$

Формула, яка визначає витрати на силову електроенергію, має наступний вигляд:

$$C_{ECi} = \frac{E_{Ci} \cdot \Pi_E}{B_2} \quad (2.8)$$

$$C'_{ECi} = \frac{237620 \cdot 2,05}{100000} = 4,87 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{ECi} = \frac{275359 \cdot 2,05}{100000} = 5,64 \text{ грн. / Шт.}$$

Формула, що використовується для обчислення витрат на технологічну електроенергію, має наступний вигляд:

$$C_{ETi} = \frac{E_{Ti} * C_E}{B_{\Gamma}}, \quad (2.9)$$

$$C'_{ETi} = \frac{118860 \cdot 2,05}{100000} = 2,43 \text{ (Грн./шт.)}$$

$$C''_{ETi} = \frac{99050 \cdot 2,05}{100000} = 2,03 \text{ (Грн./шт.)}$$

Сумарні витрати на електроенергію розраховуються за допомогою формули (2.7).

$$C_E' = 4,87 + 2,43 = 7,3 \text{ (грн./шт.)}$$

$$C_E'' = 5,64 + 2,03 = 7,62 \text{ (грн./шт.)}$$

Формула дозволяє розрахувати витрати на мастильно - обтиральні матеріали, включаючи витрати на рідини для охолодження, виробничу воду та інші допоміжні матеріали.

$$C_{Bi} = \frac{c_{Bi} \cdot O_i \cdot \mu_{Oi}}{B_{\Gamma}}, \quad (2.10)$$

$$C'_{Bi} = \frac{12000 \cdot 2}{100000} = 0,3 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{Bi} = \frac{12000 \cdot 3}{80000} = 0,45 \text{ грн. / Шт.}$$

За допомогою формули (2.4) ми зможемо обчислити витрати на експлуатацію обладнання.

$$C'_{Oi} = 1,04 + 1,664 + 7,3 + 0,12 = 10,124 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{Oi} = 3 + 4,8 + 7,62 + 0,12 = 15,54. \text{грн. / Шт.}$$

Формула дозволяє визначити витрати на оснащення, включаючи витрати на пристосування.

$$C_{OCHi} = \frac{C_{Pi}}{B_2}. \quad (2.11)$$

$$C'_{OCHi} = \frac{5000}{100000} = 0,05. \text{грн. / Шт.};$$

$$C''_{OCHi} = \frac{5000}{100000} = 0,05. \text{грн. / Шт.}$$

Формула визначає витрати на утримання приміщення, що включають амортизацію, ремонт, опалення та освітлення.

$$C_{Ki} = \frac{S_{Oi} \cdot \mu_{Si} \cdot C_{KG}}{B_{\Gamma}}. \quad (2.12)$$

$$C'_{Ki} = \frac{140 \cdot 0,7 \cdot 2000}{100000} = 1,96. \text{грн. / Шт.};$$

$$C''_{Ki} = \frac{140 \cdot 0,7 \cdot 2000}{100000} = 1,96. \text{грн. / Шт.}$$

За допомогою формули визначаються інші цехові витрати, які включають витрати на охорону праці та техніки безпеки, канцелярські витрати та інші. Ці витрати встановлюються пропорційно до суми витрат на заробітну плату і обладнання.

$$C_{ПрЦi} = (C_{ЗЧCi} \cdot t_i \cdot B_{Oi} + C_{Oi}) \cdot K_{ПрЦ} \quad (2.13)$$

$$C'_{ПрЦi} = (45,70 \cdot 2,5 / 60 \cdot 1 + 8,627) \cdot 0,25 = 2,63 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{ПрЦi} = (11,22) \cdot 0,25 = 2,805 \text{ грн. / Шт.}$$

Формула визначає витрати на основні матеріали.

$$C_{OM} = (M_3 \cdot C_M - M_{ОТХ} \cdot C_{ОТХ}) \cdot (1 + K_B), \quad (2.14)$$

$$M_3 = 75; M = 12; M = 1,8 ;$$

$$C'_{OM} = (75 \cdot 12) \cdot (1 + 0,10) = 990 \text{ грн/шт.}$$

$$C''_{OM} = (75 \cdot 12) \cdot (1 + 0,08) = 972 \text{ грн/шт.}$$

За допомогою формули (2.1) визначаємо загальну технологічну вартість проведення операції із виготовлення виробу для базового та проектного варіантів.

$$C'_{Ti} = 990 + 3,96 + 10,124 + 0,05 + 1,96 + 2,63 = 1008,724 \text{ грн. / Шт.};$$

$$C''_{Ti} = 972 + 15,54 + 0,05 + 1,96 + 2,805 = 992,367 \text{ грн. / Шт.}$$

У таблиці 2.6. наведено обсяг поточних витрат, які враховані у річній програмі.

Таблиця 2.6. Величина поточних витрат за річну програму

Найменування витрат	Сума, грн./рік		
	За базовим варіантом	За новим варіантом	Результат Економія (-) Перевитрата (+)
Зарплата основних робочих	396 000	0	- 396 000
Витрати на ремонт обладнання	166 400	480 000	+ 313 600
Витрати на електроенергію СЕ	730 000	767 000	+ 37 000
Витрати на мастильно-обтиральні матеріали СВ	12 000	12 000	0
Амортизаційні відрахування	10 4 000	300 000	+ 196 000
Витрати з оснастки СОСН	5 000	5 000	0
Витрати використання виробничого будинку СК	196 000	196 000	0
Інші цехові витрати СП	263 000	28 1 7 00	+ 1 8 7 00
Витрати основні матеріали	99000000	97 200 000	- 1800000
Разом	100 872 400	99 241 700	-1 630 700

2.11 Розрахунок показників економічної ефективності

За допомогою формули, яка вказана, ми зможемо обчислити чистий потік платежів.

$$ПВП = (Z_{\sigma} - Z_{np}) - DH \quad (2.15)$$

$$DH = (Z_{\sigma} - Z_{ин}) * 0,20 \text{ грн. / Рік}$$

При цьому формула (2.15) прийме наступний вигляд:

$$ПВП = 0,8 * (Z_{\bar{o}} - Z_{in}) \quad (2.16)$$

Після підстановки значень в формулу (2.16), ми отримаємо наступний результат:

$$ПВП = 0,80 * (100\,872\,400 - 99\,241\,700) = 1\,304\,560 \text{ (грн./ рік)}$$

Чиста поточна вартість розраховується за таким способом:

$$ЧТС = \sum_{t=0}^T \frac{ЧПП_t}{(1+R)^t} - KV., \quad (2.17)$$

$$T = 5 \text{ років. } R^- = 0,9. ПТС > 0; ВКО > R._$$

Визначення внутрішнього коефіцієнта окупності (ВКО) здійснюється за таким способом:

$$ВКО = R^+ + \frac{ЧТС^+}{ЧТС^+ + |ЧТС^-|} (R^- - R^+). \quad (2.18)$$

За допомогою формули (2.18) ми можемо обчислити внутрішній коефіцієнт окупності, який дорівнює:

$$ВКО = 0,15 + \frac{3\,030\,109,85}{3\,030\,109,85 + |-400\,046,42|} (0,9 - 0,15) = 0,81.$$

Для розрахунку терміну окупності даної розробки використовується наступна формула:

$$T_{ок.пр} = m + \frac{KV - S_m}{\Pi_{m+1}}, \quad (2.19)$$

$$S_m < KV < S_{m+1};$$

Для цієї роботи $S_1 < KV < S_2$.

Формула (2.19) дозволяє обчислити дисконтований термін окупності роботи.

$$T_{\text{ок.д.}} = 1 + \frac{2000000 - 1\,304\,834,78}{1\,134\,638,94} = 1,61. (\text{роки})$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок виконавчих пристроїв

Для ефективного керування системою необхідно використовувати виконавчі пристрої, які здатні привести команди контролера у дію. Виконавчі пристрої виконують важливі функції системи та відрізняються низькою інерційністю, стійкістю і керованістю, а також достатньою швидкістю.

Виконавчі пристрої є необхідною складовою системи керування, оскільки вони відповідають за перетворення сигналів керування у фізичні впливи на об'єкт управління. Ці пристрої мають забезпечувати надійну і точну реалізацію заданих команд, що є критичним для ефективності роботи системи.

Одним із ключових вимог до виконавчих пристроїв є їхня мала інерційність. Це означає, що вони повинні швидко реагувати на зміни у вхідних сигналах, без затримок або відставань. Це дозволяє досягти більш точного і швидкого керування системою.

Крім того, виконавчі пристрої повинні мати стійкість і керованість. Це означає, що вони повинні бути стійкими до зовнішніх впливів та здатними точно виконувати задані команди. Це особливо важливо в умовах зміни параметрів системи або появи перешкод.

Остання вимога до виконавчих пристроїв - це достатня швидкість. Вони повинні забезпечувати достатню швидкість реакції на зміни сигналів керування, щоб система могла ефективно функціонувати в реальному часі.

Узагальнюючи, виконавчі пристрої є ключовими компонентами системи керування і повинні володіти такими характеристиками, як мала інерційність, стійкість і керованість, а також достатня швидкість, для забезпечення ефективного функціонування системи.

Робота пристроїв набору тягарців та підйому барабана здійснюється шляхом використання пневмоциліндрів. Ці пневмоциліндри відповідають за створення необхідних сил та рухів у системі. Для подачі повітря до порожнини циліндра використовується електромагнітний клапан. Електромагнітний клапан, у свою чергу, керується контролером системи за допомогою реле.

Електромагнітний клапан відкривається та закривається під дією сигналів, що надходять з контролера. Контролер визначає, коли необхідно подати повітря до пневмоциліндра для виконання потрібного руху пристроїв. Коли контролер віддає сигнал, реле увімкне електромагнітний клапан, що призводить до відкриття клапана та подачі повітря до порожнини циліндра. Це в свою чергу створює необхідну силу для руху пристроїв.

Така схема керування дозволяє точно керувати роботою пристроїв набору тягарців та підйому барабана, забезпечуючи відповідність їх рухів вимогам системи. Контролер відповідає за управління цим процесом, відправляючи сигнали до реле, яке знову ж таки контролює роботу електромагнітного клапана. Таке сукупне керування забезпечує ефективну та точну роботу системи, дозволяючи досягти потрібних рухів та функцій пристроїв.

Управління котушками електромагнітних клапанів реалізується шляхом використання реле, які знаходяться у послідовному з'єднанні з котушками. Для живлення котушок електромагнітних клапанів використовується стандартна напруга 220В змінного струму. Котушка приймає струм величиною 250 мА.

Захватний пристрій маніпулятора є електромагнітом, який контролюється контролером системи за допомогою реле. Коли контролер відправляє відповідний сигнал, реле включає електромагніт, що призводить до активації захватного пристрою. Це дозволяє здійснювати контрольований захват та відпуск об'єктів за допомогою електромагніту.

У пристрої набору грузиків основну роботу виконують пневмоциліндри, які забезпечують необхідні рухи та сили. Крім того, у системі використовуються два електромагніти, які приймають участь у виконанні деяких функцій. Вони також керуються контролером та реле, що дозволяє забезпечити потрібні рухи та операції пристрою набору грузиків.

Застосування пневмоциліндрів та електромагнітів у системі набору грузиків дозволяє забезпечити ефективну та точну роботу пристрою. Пневмоциліндри забезпечують необхідну силу та рухи, а електромагніти виконують специфічні функції контрольованого захвату та відпуску. Всі ці

компоненти, керовані контролером та реле, працюють взаємодіючи для досягнення бажаних операцій та результатів.

Розрахунок пневматичних циліндрів є важливим етапом в проектуванні системи, де вони використовуються. Він включає в себе розрахунок необхідної сили, шляху руху, розмірів циліндра та інших параметрів, щоб забезпечити оптимальну та ефективну роботу системи.

Основними кроками розрахунку пневматичних циліндрів є:

Визначення необхідної сили: Спочатку потрібно визначити силу, яку має виконувати циліндр для виконання потрібної роботи. Це може бути зв'язано з підйомом вантажу, переміщенням об'єкта або будь-якою іншою задачею, яку треба виконати.

Розрахунок площі поршня: За допомогою відомої сили та робочого тиску, який надається пневматичною системою, можна визначити необхідну площу поршня циліндра. Цей розрахунок зазвичай здійснюється за допомогою формули: $\text{площа} = \text{сила} / \text{тиск}$.

Вибір розміру циліндра: Після визначення необхідної площі поршня, треба вибрати відповідний розмір циліндра, який забезпечить необхідну площу поршня. Важливо враховувати фізичні обмеження, доступні розміри циліндрів та вимоги щодо компактності системи.

Розрахунок шляху руху: В залежності від задачі та обмежень системи, потрібно визначити необхідний шлях руху циліндра. Це може бути визначено на основі максимального відстані, яку має пройти циліндр, або певних точок, місця прикріплення та взаємодії з іншими елементами системи.

Врахування факторів безпеки та надійності: У розрахунках необхідно враховувати фактори безпеки та надійності, такі як резервність, допустимі напруження, знос та інші чинники, що можуть впливати на роботу системи.

Вибір відповідних компонентів: Після розрахунків потрібно вибрати відповідні пневматичні циліндри, які відповідають встановленим параметрам. Враховуючи вимоги до максимального тиску, розміру, шляху руху та інших факторів, вибір циліндрів здійснюється з огляду на оптимальну продуктивність та ефективність системи.

Загалом, розрахунок пневматичних циліндрів є складним процесом, що вимагає врахування багатьох факторів та використання математичних формул для досягнення оптимальних результатів.

Магнітні пневмоциліндри, також відомі як магнітно-пневматичні циліндри або електромагнітні пневмоциліндри, це особливий тип пневматичних циліндрів, які використовують магнітні поля для керування рухом поршня.

Основним елементом магнітного пневмоциліндра є електромагніт. Він має котушку, через яку пропускається електричний струм, що створює магнітне поле. Це магнітне поле взаємодіє з постійним магнітним полем в циліндрі, створюючи силу, яка рухає поршень у напрямку, визначеному електричним струмом.

Управління магнітними пневмоциліндрами здійснюється за допомогою контролера або спеціального електронного пристрою. Контролер може керувати живленням котушки електромагніта, регулюючи струм, напругу або імпульси. Це дозволяє точно контролювати рух поршня та забезпечити необхідну швидкість та точність руху.

Основні переваги магнітних пневмоциліндрів включають:

Точне та прецизійне керування рухом: Завдяки магнітному полю можна досягти високої точності та прецизійного керування рухом поршня.

Швидкий відгук та висока швидкість: Магнітні пневмоциліндри можуть мати швидку реакцію на сигнали керування та забезпечувати високу швидкість руху поршня.

Велика сила: Магнітні поля можуть генерувати значні сили, що дозволяє магнітним пневмоциліндрам ефективно працювати з великими навантаженнями.

Надійність та довговічність: Магнітні пневмоциліндри мають малу кількість рухомих деталей, що знижує ризик поломок та забезпечує довгий термін експлуатації.

Застосування магнітних пневмоциліндрів включає автоматизовані системи виробництва, робототехніку, лінії збирання, системи переміщення вантажів та багато інших галузей, де потрібен точний та ефективний керований рух.

Немагнітні пневмоциліндри, також відомі як стандартні пневмоциліндри або пневматичні циліндри, є типовими пристроями, які використовують стиснений повітря для генерації руху поршня.

Основна структура немагнітних пневмоциліндрів складається з поршня, циліндра, пневматичного приводу та керованої системи клапанів. Коли повітря під тиском подається до пневматичного приводу, воно викликає переміщення поршня вздовж циліндра.

Керування рухом немагнітних пневмоциліндрів здійснюється за допомогою клапанів, які керують подачею або випуском повітря до пневматичного приводу. Клапани можуть бути механічними, ручними або електричними, залежно від потреби контролю та автоматизації процесу.

Основні переваги немагнітних пневмоциліндрів включають:

Простоту та надійність: Вони мають просту конструкцію з невеликою кількістю рухомих деталей, що сприяє надійності та довговічності їх роботи.

Високу швидкість: Немагнітні пневмоциліндри можуть досягати високих швидкостей руху поршня, забезпечуючи ефективність та продуктивність процесу.

Широкий спектр застосувань: Вони застосовуються у багатьох галузях, включаючи автоматизовані системи, виробництво, транспортні лінії, робототехніку та інші, де необхідне кероване рухоме устаткування.

Загалом, немагнітні пневмоциліндри є популярними пристроями для забезпечення простого та ефективного руху в різних автоматизованих процесах та системах.

Застосовуючи розрахунковий метод, ми можемо визначити площу поршня S , враховуючи необхідну силу на штоку та значення тиску в пневмосистемі. Площа поршня S обчислюється як відношення сили F до тиску P стиснутого повітря.

$$S = \frac{F}{P}, \text{ см}^2 \quad (3.1)$$

Маючи відому площу поршня, ми можемо визначити діаметр поршня.

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{S}}{P}, \text{мм} \quad (3.2)$$

Наступним кроком є вибір найближчого більшого значення діаметра з ряду стандартних значень. Щоб забезпечити більш рівномірний рух штока, відповідно при змінному навантаженні, зусилля вибраного циліндру повинні перевищувати потрібні значення на приблизно 30%. Варто зазначити, що зусилля під час руху в зворотному напрямку (при втягуванні штока) трохи менше, ніж під час руху в прямому напрямку (коли шток висувається) через різницю в ефективній площі поршня. У такому випадку площа поршня визначається наступним чином:

$$S = \frac{P \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \text{см}^2 \quad (3.3)$$

Пневмоциліндр фіксатору балансувальних тягарців переміщує електромагніт фіксуючий разом із пластиною перехідною всередину барабана гальмівного. Сукупна вага електромагніту та пластини становить 800 грамів. Тиск повітря в пневматичній мережі Автомобільного заводу складає 10 атмосфер. За формулою (3.1) ми можемо встановити наступне:

$$S = \frac{0.8}{10} = 0.08 \text{см}^2$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.08}}{10} = 0.02 \text{мм}.$$

Після обчислень виявилось, що діаметр поршня пневмоциліндра складає 0.02 мм. Така маленька величина обумовлена дуже низьким необхідним зусиллям для пневмоприводу поршня. Зазначена мінімальна величина діаметра поршня не зустрічається у наявних пневмоциліндрах. Однак, для задоволення

наших потреб у ході пневмоциліндра, який не менше 50 см, ми вибираємо пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 24 N 2 A 16 A 500.

Пневмоциліндр фірми CAMOZZI серії 24 з магнітним кільцем на поршні є компонентом, який використовується для руху вздовжі осі заздалегідь встановленого ходу. В даному випадку, пневмоциліндр має діаметр 16 мм та хід 500 мм.

Магнітне кільце, розташоване на поршні, виконує функцію приваблювання та утримання об'єктів, що мають магнітні властивості. Це забезпечує можливість контролювати рух об'єктів за допомогою магнітного поля.

Пневмоциліндр серії 24 виробляється компанією CAMOZZI, яка відома своєю якістю та надійністю в галузі пневматики. Він використовується в різних промислових сферах і застосовується для автоматизації рухомих механізмів та систем з вимогами до точності та контролю за рухом.

Зазначений пневмоциліндр має діаметр поршня 16 мм, що визначає розмір поршневої головки. Хід пневмоциліндра становить 500 мм, що вказує на максимальну відстань, на яку може переміщатись поршень під впливом повітряного тиску.

Цей пневмоциліндр може бути використаний для реалізації різноманітних механізмів, включаючи системи автоматизованого управління, обладнання з пневматичним управлінням та інші застосування, де потрібно здійснювати лінійний рух з заданим ходом і використовувати магнітну фіксацію об'єктів.

Пневматичний циліндр штовхача маленьких грузиків використовується для передачі руху штовхачу маленьких грузиків. При впередньому русі, циліндр пересуває штовхач по роликах, поки грузик, що знаходиться на вершині тари, не виходить за її межі. При цьому, наступний грузик з тари автоматично падає на місце видаленого грузика, не дозволяючи йому повернутися назад до тари, коли штовхач рухається в зворотному напрямку. За такої схеми, грузик потрапляє в каретку.

Враховуючи, що загальна вага штовхача і маленького вантажу становить 360 грам, при розрахунку сили пневматичного приводу необхідно врахувати

силу тертя, що виникає при висуванні вантажу з тари. Це обумовлено тим, що на вершину вантажу діє тиск від грузиків, розташованих всередині тари. Максимальна вага вантажу в тарі становить 80 штук, помножених на 60 грам, що дорівнює 4800 грам.

Тому сила тертя може бути розрахована за формулою (3.1), де коефіцієнт тертя між сталлю і сталлю дорівнює 0.15, а число g (прискорення вільного падіння) становить 9.8: Сила тертя = $0.15 * 4.8 * 9.8 = 7.2$ Н

Додатково, тиск повітря в пневматичній системі Автомобільного заводу становить 10 атмосфер.

$$S = \frac{0.36 + 7.2}{10} = 0.756 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.756}}{10} = 1.74 \text{ мм.}$$

В результаті розрахунків, діаметр поршня пневмоциліндра склав 1.74 мм. Це пояснюється необхідністю дуже низького зусилля пневмоприводу для поршня. З цим урахуванням, хід пневмоциліндра повинен бути не менше 40 мм. Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 16 N 2 A 8 A 40.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 8 мм та ходом 40 мм.

Було проведено розрахунок та вибір пневмоциліндра для штовхача великих грузиків.

Враховуючи вимоги та параметри системи, було визначено, що для ефективної роботи потрібен пневмоциліндр з певними характеристиками. Зважаючи на вагу великих грузиків та необхідне зусилля для їх руху, було здійснено розрахунок оптимальних параметрів пневмоциліндра.

З урахуванням розрахункових даних, було встановлено діаметр поршня, хід та інші характеристики, які найкраще відповідають потребам системи. Застосовуючи розраховані значення, було здійснено вибір пневмоциліндра, який найбільш підходить для штовхача великих грузиків.

Таким чином, в результаті проведеного розрахунку та аналізу був здійснений вибір оптимального пневмоциліндра, що задовольняє вимоги та забезпечує ефективну роботу штовхача великих грузиків.

Враховуючи дані, максимальна вага вантажів, що можуть бути розміщені у тарі, складає 80 штук, помножених на 90 грамів, отримуємо 7200 грамів.

Таким чином, сила тертя може бути розрахована за формулою (3.1), де коефіцієнт тертя між сталлю і сталлю дорівнює 0.15, а число g (прискорення вільного падіння) становить 9.8: Сила тертя = $0.15 * 4.8 * 9.8 = 10.8 \text{ Н}$

Додатково, тиск повітря в пневмережі Автомобільного заводу становить 10 атмосфер.

$$S = \frac{0.39 + 10.8}{10} = 1.119 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{1.119}}{10} = 2.12 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 16 N 2 A 8 A 40.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 8 мм та ходом 40 мм.

раховуючи вимоги та характеристики системи, було визначено, що для ефективного переміщення двох контейнерів потрібен пневмоциліндр з певними параметрами. З урахуванням ваги контейнерів та необхідного зусилля для їх руху був проведений розрахунок оптимальних характеристик пневмоциліндра.

На основі отриманих розрахункових даних було встановлено діаметр поршня, хід та інші параметри, що найкраще відповідають вимогам системи. За допомогою розрахованих значень був здійснений вибір пневмоциліндра, що оптимально підходить для переміщення двох контейнерів.

Отже, проведений розрахунок та аналіз дозволив зробити вибір оптимального пневмоциліндра, який задовольняє вимоги та забезпечує ефективне переміщення двох контейнерів:

$$S = \frac{1.3}{10} = 0.13 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.13}}{10} = 0.72 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 16 N 2 A 8 A 40.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 8 мм та ходом 40 мм.

Було здійснено розрахунок та вибір пневмоциліндра для переміщення одного контейнера.

Пневмоциліндр першого контейнера використовується для переміщення контейнера з екстремально лівого положення до середнього, або з середнього положення до екстремально правого положення, залежно від положення пневмоциліндра другого контейнера. Враховуються вага контейнера, вага пневмоциліндра другого контейнера та максимальна загальна вага грузиків, яка складає 2000 грамів.

Тиск повітря в пневмомережі становить 10 атмосфер.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), був здійснений розрахунок для вибору оптимального пневмоциліндра.

$$S = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.2}}{10} = 0.89 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 16 N 2 A 8 A 40.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 8 мм та ходом 40 мм.

Було здійснено розрахунок та вибір пневмоциліндра каретки.

Враховуються вага контейнера, вага пневмоциліндра каретки та максимальна загальна вага грузиків, яка складає 4000 грамів.

Тиск повітря в пневмережі становить 10 атмосфер.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), був здійснений розрахунок для вибору оптимального пневмоциліндра.

$$S = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.4}}{10} = 1.26 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 16 N 2 A 8 A 40.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 8 мм та ходом 40 мм.

Було здійснено розрахунок та вибір пневмоциліндра маніпулятора.

Враховуються вага яка складає 1410 грамів.

Тиск повітря в пневмережі становить 10 атмосфер.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), був здійснений розрахунок для вибору оптимального пневмоциліндра.

$$S = \frac{1.41}{10} = 0.141 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{0.141}}{10} = 0.75 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 14 N 2 A 16 A 500.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 16 мм та ходом 500 мм.

Було здійснено розрахунок та вибір пневмоциліндра передньої колони підйомного пристрою.

Враховуються вага яка складає 82 кг.

Тиск повітря в пневмережі становить 10 атмосфер.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), був здійснений розрахунок для вибору оптимального пневмоциліндра.

$$S = \frac{82}{10} = 8.2 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{8.2}}{10} = 5.73 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 14 N 2 A 16 A 125.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 16 мм та ходом 125 мм.

Було здійснено розрахунок та вибір пневмоциліндра задньої колони підйомного пристрою.

Враховуються вага яка складає 82 кг.

Тиск повітря в пневмережі становить 10 атмосфер.

Таким чином, використовуючи формулу (3.1), був здійснений розрахунок для вибору оптимального пневмоциліндра.

$$S = \frac{82}{10} = 8.2 \text{ см}^2.$$

$$D = \frac{20 \cdot \sqrt{8.2}}{10} = 5.73 \text{ мм.}$$

Для цих потреб вибирається пневмоциліндр від фірми CAMOZZI з позначенням 25 N 2 A 25 A 700.

Отже, обраний пневмоциліндр відповідає серії 16 фірми CAMOZZI з діаметром 25 мм та ходом 700 мм.

Для розрахунку електромагнітів, які будуть використовуватись як захватні пристрої маніпулятора, необхідно визначити вагу, яку вони зможуть піднімати. Для компенсації максимально можливого дисбалансу потрібно використовувати восьми великих грузиків та один маленький грузик.

Вага маленького грузика становить 60 грам, вага великого грузика - 90 грам, а вага перехідної пластини - 400 грам. З цього випливає, що максимальна маса вантажу, яку зможе піднімати захоплюючий пристрій, буде:

$8 * 90$ грам (вага великого грузика) + $1 * 60$ грам (вага маленького грузика) + $1 * 400$ грам (вага перехідної пластини) = 900 грам.

Отже, захоплюючий пристрій буде здатний піднімати максимальну масу вантажу вагою 900 грам.

$$m_{\text{maxэм1}} = m_{\text{мал.гр}} + 8 \cdot m_{\text{бол.гр.}} + m_{\text{пер.пл.}} \quad (3.4)$$

$$m_{\text{maxэм1}} = 60 + 8 \cdot 90 + 400 = 1180 \text{грамм.}$$

Враховуючи вагу вантажу та наявність певного зазору між перехідною пластиною та грузиками, ми робимо вибір електромагніту РОЗУМ 4027 з додатковим запасом зусилля. Цей електромагніт буде використовуватись як утримуючий механізм фіксуючого пристрою.

Для вибору електромагніту, який буде використовуватись як утримуючий механізм фіксуючого пристрою, ми вибираємо електромагніт РОЗУМ 7040 з додатковим запасом зусилля.

Технічні характеристики обох електромагнітів наведені у таблиці 3.1. Зовнішній вигляд електромагніту можна побачити на рис. 3.1.

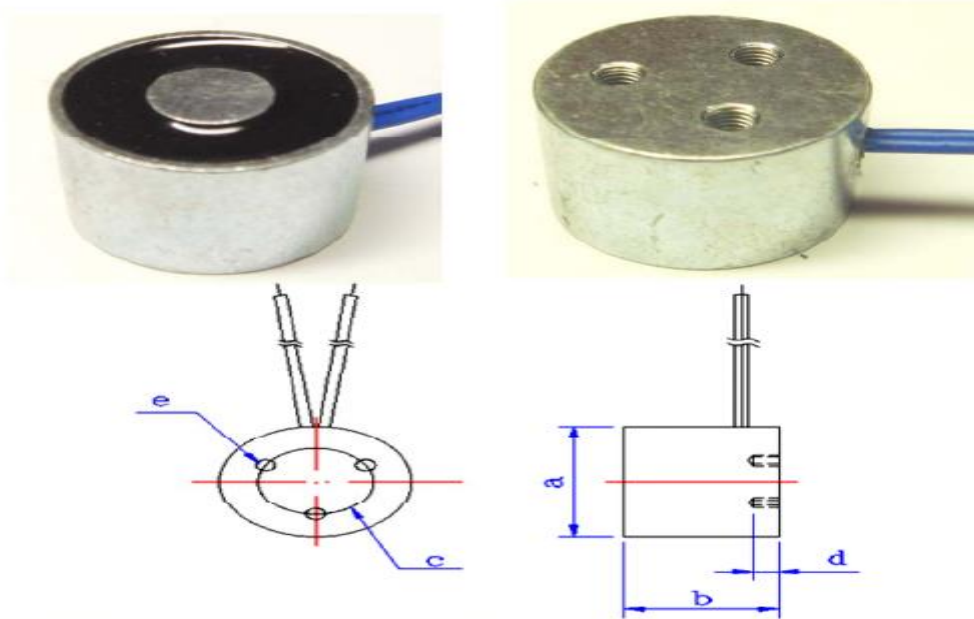


Рис. 3.1. Електромагніт.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики електромагнітів

Модель	Розмір та вага					Технічні характеристики		
	a	b	c	d	e	Вага	Потужність	Сила утримання
	Мм					Г	Вт	Кг
РОЗУМ 4027	40	27	26	6	M5	230	6	20
УМ704 0	70	40	56	8	M4	800	19	150

3.2 Розрахунок елементів схеми електричної принципової силової

При виборі автоматичних вимикачів враховується їхня функція захисту від короткого замикання, і вони вибираються відповідно до максимально допустимих значень струму, зокрема пускових струмів. Для правильного вибору автоматичного вимикача необхідно враховувати номінальну напругу та номінальний струм, дотримуючись таких умов:

$$\begin{aligned}
 U_{н.а} &> U_{н.с}, \\
 I_{н.а} &> I_{длит},
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

Для визначення номінального струму, який споживає установка, ми використовуємо певну формулу.

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (3.6)$$

При врахуванні того факту, що пусковий струм перевищує номінальний струм у 3-4 рази, ми можемо отримати наступне.

$$I_{II} = 4 \cdot I_H, \quad (3.7)$$

За допомогою формул (3.6) і (3.7) ми можемо обчислити струми наступним чином:

$$I_H = \frac{25600}{\sqrt{3} \cdot 380} = 38.9 \text{ A},$$

$$I_{II} = 4 \cdot 38.9 = 155.6 \text{ A}.$$

Ми обираємо автоматичний вимикач серії АЕ20, зокрема модель АЕ2046М-20РУХЛ4, яка має найближче значення номінального струму роз'єднання.

$$I_{ном.рас} = 40 \text{ A}.$$

Струм відсічення - це явище, коли електричний струм, що проходить через провідник, раптово переривається або припиняється. Причиною цього може бути вимкнення вимикача або аварійна ситуація, яка призводить до втрати електропостачання.

$$I_{отс.рас} = 12 I_{ном} = 480.$$

$$\begin{aligned} I_{ном.рас} &> 1.25 \cdot I_{ном.уст}, \\ I_{отс.рас} &> 1.25 \cdot I_{макс.уст}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$40 > 38.9 \text{ A},$$

$$180 > 155.6 \text{ A}.$$

Ця ситуація підтверджує правильний вибір автоматичного вимикача.

Давайте розрахуємо номінальний струм, який споживає зварювальний напівавтомат за допомогою наступної формули:

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (3.9)$$

За допомогою формул (3.9) і (3.7) ми зможемо обчислити струми,

$$I_H = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 15.2 \text{ A},$$

$$I_{II} = 4 \cdot 15.2 = 60.8 \text{ A}.$$

Ми обираємо автоматичний вимикач серії АЕ20, зокрема модель АЕ2046М-20РУХЛ4, яка має найближче значення номінального струму роз'єднання.

$$I_{ном.рас} = 20 \text{ A}.$$

Струм відсічення:

$$I_{отс.рас} = 12 I_{ном} = 240.$$

$$I_{ном.рас} > 1.25 \cdot I_{ном.полуавтомта},$$

$$I_{отс.рас} > 1.25 \cdot I_{макс.полуавтомта} \quad (3.10)$$

$$20 > 15.2 \text{ A},$$

$$240 > 60.8 \text{ A}.$$

Це свідчить про правильний вибір автоматичного вимикача для зварювального робота.

Тепер давайте розрахуємо номінальний струм, який споживається зварювальним роботом за допомогою вказаної формули:

$$I_H = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (3.11)$$

За допомогою формул (3.11) та (3.7) ми зможемо обчислити значення струмів.

$$I_H = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 380} = 0.6A,$$

$$I_H = \frac{4500}{\sqrt{3} \cdot 380} = 6.8A.$$

Ми обираємо автоматичний вимикач з серії ВА47, конкретно модель ВА47-293Р, яка має найближче велике значення номінального струму розчіплювача.

$$I_{ном.рас} = 3A.$$

Струм відсічення:

$$I_{отс.рас} = 12 I_{ном} = 36.$$

$$\begin{aligned} I_{ном.рас} &> 1.25 \cdot I_{ном.робота} \\ I_{отс.рас} &> 1.25 \cdot I_{макс.робота} \end{aligned} \quad (3.12)$$

$$3 > 0.6A,$$

$$36 > 6.8A.$$

Це свідчить про правильний вибір автоматичного вимикача. Тепер давайте проведемо розрахунок блоку живлення постійного струму з напругою 24В.

З огляду на те, що блок живлення забезпечує електропостачання модулів введення/виведення контролера (24 В), реле та датчиків, ми повинні встановити загальну потужність, яку вони споживають.

Задана потужність електромагніту становить 17 Вт.

Зазначена потужність реле становить 1.2 Вт.

Давайте визначимо загальну потужність, яку споживають всі електромагніти і реле, в Ватах.

$$P_{\text{сум.ем}} = 45 \cdot 17 + 62 \cdot 1.2 = 839.4 \text{ Вт},$$

$$I = \frac{839.4}{24} = 34.97 \text{ А}.$$

До модуля ведення контролера підключені контактні елементи і датчики, які працюють за принципом розриву регенерації. Давайте визначимо потужність контактних елементів, які підключені до модуля введення контролера, в Ватах.

$$P_{\text{кэ}} = I_{\text{кэ}} \cdot U_{\text{пит}} , \quad (3.13)$$

$$P_{\text{кэ}} = 0.05 \cdot 24 = 1.2 \text{ Вт}.$$

Давайте визначимо загальну потужність, яку споживають всі контактні елементи, в Ватах.

$$P_{\text{сум.кэ}} = 16 \cdot 1.2 = 19,2 \text{ Вт}.$$

Давайте визначимо потужність безконтактних датчиків, які підключені до модуля введення контролера, в Ватах.

$$P_{\text{сд}} = P_{\text{д}} + I_{\text{вх}} \cdot U_{\text{пит}} , \quad (3.14)$$

$$P_{сд} = 0.72 + 0.01 \cdot 24 = 0.96 \text{ Вт.}$$

Давайте визначимо загальну потужність, яку споживають всі датчики, в Ватах.

$$P_{сум.кэ} = 40 \cdot 0.96 = 38,4 \text{ Вт.}$$

Давайте визначимо загальну потужність, яку споживають всі навантаження блока живлення.

$$P_{сум.} = P_{сум.эм} + P_{сум.кэ} \quad (3.15)$$

$$P_{сум.} = 839.4 + 38.4 = 877.8 \text{ Вт,}$$

$$I_{сум} = \frac{877.8}{24} = 36.57 \text{ А.}$$

Враховуючи отримані дані, ми обираємо найближчий за номіналом блок живлення. Це імпульсний блок живлення Phoenix Contact моделі QUINT-PS/3AC/24DC/40, з напругою 24В та струмом 40А, призначений для трьох фаз живлення. На рис. 3.2 показано загальний вигляд блоку живлення Phoenix Contact, а технічні характеристики наведено в таблиці 3.2. Виробником блоку живлення є компанія Phoenix Contact, розташована в Німеччині.

Таблиця 3.2. Технічна характеристика блоку живлення Phoenix

Параметр	Значення
Вхідні дані	
Номінальна напруга на вході,	3x 400... 500
Діапазон вхідної напруги змінного струму, АС	3x 320... 575

Параметр	Значення
Діапазон вхідної напруги постійного струму, В DC	450... 800
Діапазон частот AC, Гц	45 Гц ... 65
Діапазон частот DC, Гц	0
Споживаний струм, А	3 x 2,1 (400 AC); 3 x 1,7 (500 В змін. струму)
Імпульс пускового струму, мс	25 (400 AC); > 35 (500 В змін. струму)
Вихідні дані:	
Номинальна напруга на виході, DC	24 ±1 %
Діапазон налаштування вихідної напруги, DC	18... 29,5 (> 24 потужність постійна)
Вихідний струм, А	40 (-25 °C ... 60 °C, U _{OUT} = 24 В DC ; 45 POWER BOOST, -25 ... 40 °C, у безперервному режимі, U _{OUT} = 24 В DC ; 215 (Технологія SFB, 12 мс);
Залишкова пульсація, %	94 (при 400 В змін. струму та номінальних значеннях)
Напруги ізоляції на вході/виході, кВ AC	4 (Типове ісп.); 2 (Вибіркове вик.)
Ступінь захисту	IP20
Температура довкілля (при експлуатації), °C	-25... 70 (> 60 - погіршення характеристик)
Температура довкілля (зберігання/транспорт), °C	-40 ... 85
Макс. допустима відносна вологість повітря (при експлуатації), %	≤ 95 (При 25 °C, без випадання конденсату)



Рис.3.2. Блок живлення Phoenix Contact

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Розслідування нещасних випадків

Розслідуванню підлягають раптові погіршення стану здоров'я, поранення, травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання і гострі професійні та інші отруєння, теплові удари, опіки, обмороження, утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, інші ушкодження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани та інші надзвичайні події), контакту з тваринами, комахами та іншими представниками фауни і флори, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менш як на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві.

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до надання необхідної допомоги.

Керівник робіт (уповноважена особа підприємства) у свою чергу зобов'язаний:

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, відповідну профспілкову організацію;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків із смертельним наслідком та групових, організує його розслідування і утворює комісію з розслідування.

У разі групового нещасного випадку, нещасного випадку із смертельним наслідком, роботодавець зобов'язаний негайно передати засобами зв'язку повідомлення за встановленою формою:

- відповідному територіальному органу Держгірпромнагляду;
- відповідному органу прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності - відповідній місцевій держадміністрації або виконавчому органу місцевого самоврядування);
- відповідній установі (закладу) санітарно-епідеміологічної служби у разі виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- вищестоящому профспілковому органу;
- відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності).

Такі нещасні випадки підлягають спеціальному розслідуванню.

До складу комісії з розслідування включаються:

- керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (спеціаліст), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова цієї комісії),
 - керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст,
 - представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки,
 - інші особи.

У разі настання нещасного випадку з можливою інвалідністю до складу комісії з розслідування включається також представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії з розслідування включається також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби та відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

Потерпілий або його довірена особа має право брати участь в розслідуванні нещасного випадку.

У разі настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати нею внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві розслідування організує відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду. Головою комісії з розслідування призначається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду, а до складу цієї комісії включається потерпілий або його довірена особа, спеціаліст з охорони праці відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий.

Комісія з розслідування зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;
- визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам нормативно-правових актів про охорону праці;
- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом;
- визначити осіб, які допустили порушення нормативно-правових актів про охорону праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у двох примірниках, а також акт за формою Н-1 або акт за формою НТ про потерпілого у шести примірниках і передати його на затвердження роботодавцю;
- у випадках виникнення гострих професійних захворювань (отруєнь), крім акта за формою Н-1, складається також карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку за формою Н-5 (далі - акт розслідування нещасного випадку) додаються акт за формою Н-1 або НТ, пояснення свідків, потерпілого, витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратура тощо), у разі необхідності також медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1 або НТ, беруться на облік і реєструються роботодавцем у спеціальному журналі.

Роботодавець повинен розглянути і затвердити акти за формою Н-1 або НТ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства, - протягом доби після одержання необхідних матеріалів.

Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або його довірений особі разом з актом розслідування нещасного випадку;
- керівникові цеху або іншого структурного підрозділу, дільниці, місця, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду разом з копією акта розслідування нещасного випадку;
- відповідному територіальному органу Держгірпромнагляду;;
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- керівникові (спеціалістові) служби охорони праці підприємства або посадовій особі (спеціалісту), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці.

Копія акта за формою Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство. У разі виявлення гострого професійного захворювання копія акта за формою Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання за формою П-5 надсилається також до відповідної установи державної санітарно-епідеміологічної служби.

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НТ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий.

По закінченні періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 і в десятиденний термін надсилає його організаціям і посадовим особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НТ. Повідомлення про наслідки нещасного випадку обов'язково додається до акта за формою Н-1 або НТ і підлягає зберіганню разом з ним.

Спеціальне розслідування організовує роботодавець (якщо постраждав сам роботодавець, - орган, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - відповідна місцева держадміністрація або виконавчий орган місцевого самоврядування). Розслідування проводиться комісією із спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника територіального органу Держнаглядохоронпраці за погодженням з органами, представники яких входять до складу цієї комісії.

До складу комісії із спеціального розслідування включаються: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії), представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду, представники органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, роботодавця, профспілкової організації, членом якої є потерпілий, вищестоящего профспілкового органу або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби.

Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу комісії із спеціального розслідування можуть бути включені спеціалісти відповідного органу з питань захисту населення і

територій від надзвичайних ситуацій, представники органів охорони здоров'я та інших органів.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2 - 4 особи, проводиться комісією, яка призначається наказом керівника Держгірпромнагляду; і або його територіального органу, а випадку, під час якого загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, проводиться комісією, яка призначається наказом Держгірпромнагляду, якщо з цього приводу не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться протягом не більше 10 робочих днів. У разі необхідності встановлений термін може бути продовжений органом, який призначив розслідування.

За результатами розслідування складається акт спеціального розслідування за формою Н-5, а також оформляються інші матеріали, передбачені Положенням, у тому числі карта обліку професійного захворювання (отруєння) на кожного потерпілого за формою П-5, якщо нещасний випадок пов'язаний з гострим професійним захворюванням (отруєнням).

Акт за формою Н-1 або НТ на кожного потерпілого складається відповідно до акта спеціального розслідування у двох примірниках, підписується головою та членами комісії із спеціального розслідування і затверджується роботодавцем протягом доби після одержання цих документів.

Для встановлення причин нещасних випадків і розроблення заходів щодо запобігання подібним випадкам комісія із спеціального розслідування має право вимагати від роботодавця утворення експертної комісії із залученням до її роботи за рахунок підприємства експертів - спеціалістів науково-дослідних, проектно-конструкторських та інших організацій, органів виконавчої влади та державного нагляду за охороною праці.

Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві. Потерпілому або членам його сім'ї, довірений особі надсилається затверджений акт за формою Н-1 або НТ разом з копією акта спеціального розслідування нещасного випадку.

4.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання та до технологічних процесів

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором принципів дії, джерел енергії, параметрів робочих процесів;
- мінімізацією енергії, що споживається чи накопичується;
- застосуванням вмонтованих в конструкцію засобів захисту та інформації про можливі небезпечні ситуації;
- застосуванням засобів автоматизації, дистанційного керування та контролю;
- дотриманням ергономічних вимог, обмеженням фізичних та нервово психологічних навантажень працівників.

Виробниче обладнання при роботі як самостійно, так і в складі технологічних комплексів повинно відповідати вимогам безпеки протягом всього періоду його експлуатації.

Матеріали конструкції виробничого обладнання не повинні бути фактором можливої небезпечної та шкідливої дії на організм працюючих, які виникають в процесі роботи обладнання навантаження в окремих його елементах не повинні досягати небезпечних значень. При неможливості реалізації останньої вимоги в конструкції обладнання необхідно передбачати засоби захисту, огороження і т. ін.

Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо) як потенційні джерела безпеки травматизму повинні бути огорожені відповідно до ГОСТ 12.2.062-81, а також теплоізовані або розміщені в місцях, що виключають контакт з ними персоналу.

Зажимні, вантажно-захоплювальні та вантажно-підіймальні пристрої, тощо повинні виключати можливість виникнення безпеки при раптовому відключенні електроенергії, а також самовільну зміну стану цих пристроїв при відновленні енергоживлення.

В разі потреби, виробниче обладнання повинно бути пожежовибухобезпечним та не накопичувати зарядів статичної електрики в небезпечних для працюючих кількостях.

Виробниче обладнання, робота якого супроводжується виділенням шкідливих речовин чи організмів або пожежо- та вибухонебезпечних речовин, повинно включати у себе вмонтовані пристрої для локалізації цих виділень. За відсутності таких пристроїв, в конструкції обладнання мають бути передбачені місця для підключення автономних пристроїв локалізації виділень. За необхідності згадані пристрої мають бути виконані з урахуванням чинних вимог щодо стану повітря робочої зони та захисту довкілля.

Якщо виробниче обладнання є джерелом шуму, ультра та інфразвуку, вібрації, виробничих випромінювань (електромагнітних, лазерних тощо), то воно повинно бути виконано таким чином, щоб дія на працюючих перерахованих шкідливих виробничих факторів не перевищувала меж, встановлених відповідними чинними нормативами.

Виробниче обладнання повинно бути забезпечене місцевим освітленням, виконаним відповідно до вимог чинних нормативів з урахуванням конкретних виробничих умов, якщо його відсутність може спричинювати перенапруження органів зору або інші небезпеки, пов'язані з експлуатацією цього обладнання.

Однією із складових безпеки виробничого обладнання є конструкція робочого місця, його розміри, взаємне розміщення органів управління, засобів відображення інформації, допоміжного обладнання тощо. Розробляючи конструкції робочого місця слід дотримуватися вимог та інших чинних нормативів. При цьому розміри робочого місця і його елементів мають забезпечувати виконання операцій в зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працюючих. Перевагу слід віддавати виконанню робочих операцій в сидячому положенні, або періодичній зміні положень сидячи та стоячи — якщо виконання работ не вимагає постійного переміщення працівника. Конструкція крісла і підставки для ніг повинна відповідати існуючим ергономічним вимогам.

Система управління виробничим обладнанням має забезпечувати надійне і безпечне його функціонування на всіх режимах роботи і при можливих зовнішніх впливах, передбачених ТЗ. На робочих місцях повинні бути написи,

схеми та інші засоби інформації щодо послідовності керуючих дій. Конструкція і розміщення засобів попередження про небезпечні ситуації повинні забезпечувати безпомилкове, достовірне і швидке сприйняття інформації.

Центральний пульт управління технологічним комплексом обладнується сигналізацією, мнемосхемою або іншими засобами відображення інформації про порушення нормального режиму функціонування кожної одиниці виробничого обладнання, засобами аварійної зупинки всього комплексу або окремих його одиниць—якщо це не призведе до подальшого розвитку аварійної ситуації.

Пуск виробничого обладнання в роботу, а також повторний пуск після його зупинки, незалежно від причини, має бути можливим тільки шляхом маніпулювання органами управління пуском. Органи аварійної зупинки після спрацювання повинні залишатися в положенні зупинки до їх повернення у вихідне положення обслуговуючим персоналом. Повернення органів аварійної зупинки у вихідне положення не повинно приводити до пуску обладнання.

Повне чи часткове припинення енергопостачання з наступним його відновленням, а також пошкодження мережі управління енергопостачанням не повинно призводити до виникнення небезпечних ситуацій.

Засоби захисту, що входять в конструкції виробничого обладнання, повинні: забезпечувати можливість контролю їх функціонування; виконувати своє призначення безперервно в процесі роботи обладнання; діяти до нової нормалізації відповідного небезпечного чи шкідливого фактора, що спричинив спрацювання захисту; зберігати функціонування при виході з ладу інших засобів захисту. За необхідності включення засобів захисту до початку роботи виробничого обладнання, схемою управління повинні передбачатися відповідні блокування тощо.

Виробниче обладнання під час монтажу, ремонту, транспортування та зберігання якого застосовуються вантажопідіймальні засоби, повинно мати відповідні конструктивні елементи або позначені місця для приєднання вантажно-захоплювальних пристроїв з зазначенням маси обладнання. Якщо технічними умовами передбачено переміщення обладнання без застосування

вантажопідіймальних засобів, то таке обладнання повинно мати відповідні елементи або форму для захоплення рукою.

Безпека виробничих процесів визначається, у першу чергу, безпекою обладнання, яка забезпечується шляхом урахування вимог безпеки при складанні технічного завдання на його проектування, при розробці ескізного й робочого проекту, випуску та випробуваннях випробного зразка й передачі його у серійне виробництво згідно з Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є: усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що є вірогідними чинниками небезпек; заміна технологічних процесів та операцій, що пов'язані з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, за яких зазначені фактори відсутні або характеризуються меншою інтенсивністю; комплексна механізація та автоматизація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами і операціями за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів; герметизація обладнання; застосування засобів колективного захисту працюючих; раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності й гіподинамії, а також обмеження важкості праці; своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях (системи отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів необхідно виконувати за принципом пристроїв автоматичної дії з виводом на системи попереджувальної сигналізації); впровадження систем контролю та керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання; своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних та шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежної й вибухової безпеки.

При визначенні необхідних засобів захисту потрібно керуватися вказівками відповідних розділів стандарту ССБТ за видами виробничих процесів та групами виробничого обладнання, що використовується у цих

процесах. Перелік діючих стандартів стосовно процесів дається у покажчиках Держстандарту, що видаються кожен рік.

Вимоги безпеки при проведенні технологічного процесу повинні бути передбачені у технологічній документації. Контроль повноти викладення цих вимог повинен здійснюватися відповідно до вказівок РД 50-134-78.

Виробничі будівлі та споруди, залежно від вибраного архітектурно-будівельного та об'ємно-планувального вирішення, можуть впливати на формування умов праці: вимог до освітлення, шуму, мікроклімату, загазованості та запиленості повітряного середовища, виробничих випромінювань.

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировина та заготовки, готова продукція. У кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими будівельними нормами та правилами ДБН В2.5-28-2006..

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно являти собою небезпеку для персоналу. Відстані між одиницями обладнання, а також між обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд повинна відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

Зберігання вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва потребує розробки і реалізації системи заходів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів; використання небезпечних пристроїв для їх зберігання; механізацію та автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт тощо.

При транспортуванні вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва необхідно забезпечувати використання безпечних транспортних комунікацій, застосування засобів пересування вантажів, що виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, механізацію та автоматизацію перевезення. При цьому потрібно враховувати вимоги До факторів, що визначають умови праці, відносяться також раціональні методи технології організації виробництва. Зокрема, велику роль відіграє зміст праці, форми побудови трудових процесів, ступінь спеціалізації працюючих при виконанні виробничих процесів, вибір режимів праці та відпочинку дисципліна праці, психологічний клімат у колективі, організація санітарного і побутового забезпечення працюючих відповідно до СНиП П-92—76.

У формуванні безпечних умов праці велике значення має врахування медичних протипоказань до використання персоналу у окремих технологічних процесах, а також навчання й інструктаж з безпечних методів проведення робіт.

До осіб, які допущені до участі у виробничому процесі, ставляться вимоги щодо відповідності їх фізичних, психофізичних і, в окремих випадках, антропометричних даних характеру роботи. Перевірка стану здоров'я працюючих має проводитися як при допуску їх до роботи, так і періодично згідно з чинними нормативами. Періодичність контролю за станом їх здоров'я повинна визначатися залежно від небезпечних та шкідливих факторів виробничого процесу в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я.

Особи, які допускаються до участі у виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (у тому числі з безпеки праці), що відповідає характеру робіт. Навчання працюючих з безпеки праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва відповідно до ДНАОП 0.00-4.12-99.

Основними напрямками забезпечення безпеки праці має бути комплексна механізація й автоматизація виробництва, це є передумовою але корінного покращання умов праці, зростання продуктивності праці та якості продукції, сприяє ліквідації відмінності між розумовою й фізичною працею. Але при

автоматизації необхідно враховувати психічні та фізіологічні фактори, тобто узгоджувати функції автоматичних пристроїв з діяльністю людини-оператора. Зокрема, необхідно враховувати антропометричні дані останнього та його можливості до сприйняття інформації.

У автоматизованому виробництві необхідне також суворе виконання вимог безпеки під час ремонту й налагодження автоматичних машин та їх систем.

Одним з перспективних напрямів комплексної автоматизації виробничих процесів є використання промислових робот. При цьому між людиною та машиною (технологічним обладнанням) з'являється проміжна ланка — промисловий робот, і система набуває такої структури: людина — промисловий робот — машина. У цьому випадку людина виводиться зі сфери постійного (протягом змін) безпосереднього контакту з виробничим обладнанням.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Підсумкові висновки щодо розроблення технологічного процесу балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі:

Розроблений технологічний процес балансування гальмівних барабанів із ступицею в зборі виявився ефективним і надійним методом для забезпечення оптимальної роботи гальмівної системи.

Процес балансування забезпечує вирівнювання вагових нерівностей та мінімізацію вібрацій, що допомагає забезпечити плавну та стабільну роботу гальм.

Використання стандартних методів балансування, таких як додаткові ваги чи пристрої для корекції, дозволяє досягти точного балансу та високої якості роботи гальмівної системи.

Оптимальний вибір і встановлення спеціальних пристроїв для балансування, які допомагають підвищити ефективність процесу та забезпечити точність балансування.

Проведення регулярного контролю та перевірки балансу гальмівних барабанів із ступицею в зборі допомагає запобігти можливим поломкам та зберегти високу ефективність гальмівної системи.

Розроблений технологічний процес може бути успішно застосований в автомобільній промисловості та інших галузях, де використовуються гальмівні системи з барабаними гальмами.

Забезпечення належного балансу гальмівних барабанів із ступицею в зборі має важливе значення для безпеки та комфорту водія, а також тривалості експлуатації автомобіля.

Завдяки розробці та впровадженню автоматизованої установки для балансування гальмівного барабана в зборі зі ступицею, розроблена установка демонструє значне покращення якості та швидкості процесу балансування.

За допомогою цієї автоматизованої установки, процес балансування гальмівного барабана в зборі зі ступицею стає більш точним та ефективним. Вона дозволяє автоматично визначати та коригувати вагові нерівності, що призводить до покращення якості балансу та зниження вібрацій.

Крім того, автоматизована установка сприяє підвищенню швидкості процесу балансування. Вона використовує передові технології та алгоритми для ефективного виконання балансування, що дозволяє значно скоротити час, потрібний для проведення процедури балансування.

Ця розроблена установка є кроком у напрямку автоматизації та покращення процесу балансування гальмівних барабанів в зборі зі ступицею. Вона дозволяє досягти високої якості балансу та забезпечує ефективну роботу гальмівної системи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Технічний контроль стану дорожніх машин / Малишев В., Кущевська Н., Петренко Т, Докуніхін В. - Університет "Україна", 2022. 252 с
5. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с
6. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с
7. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с
8. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
9. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
10. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
11. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький

П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

11. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

12. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

13. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

14. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

15. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

16. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

17. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

18. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
19. Sokil, V., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
20. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.
21. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
22. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.
23. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>
24. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184 с.