

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу
технічного обслуговування та ремонту обігрівача електродвигуна
автомобіля Citroen C-Elysee

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАз-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Максим ГЛУЩАК
(підпис)

Керівник Тетяна НАВРОЦЬКА
(підпис)

Нормоконтроль Михайло ЛЕВКОВИЧ
(підпис)

Завідувач кафедри Олег ЦЬОНЬ
(підпис)

Рецензент
(підпис)

Тернопіль 2024

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)

«8» травня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Глушаку Максиму Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту обігрівача електродвигуна автомобіля Citroen C- Elysee

Керівник роботи Навроцька Тетяна Дем'янівна, к.т.н., старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 8 » травня 2024 року № 4/7-501

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Citroen C- Elysee, базовий ТП технічного обслуговування та ремонту обігрівача електродвигуна.

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)

Загальний вигляд та технічна характеристика автомобіля Citroen C- Elysee –

1 аркуш формату А1. Карта несправностей і дефектів системи обігрівача

електродвигуна – 1 аркуш формату А1. Загальний вигляд та конструкція двигуна

постійного струму – 1 аркуш формату А1. Схема виготовлення якоря постійного

струму – 1 аркуш формату А1. Карта технологічного маршруту виготовлення

якоря – 1 аркуш формату А1. Схема автоматизованої складальної лінії – 1 аркуш

формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 10.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	13.05.2024	
2	Технологічний розділ	20.05.2024	
3	Конструкторський розділ	27.05.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	03.06.2024	
5	Оформлення графічної частини	10.06.2024	
6	Захист дипломної роботи	13.06.2024	

Студент

(підпис)

Максим ГЛУЩАК

Керівник роботи

(підпис)

Тетяня НАВРОЦЬКА

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту обігрівача електродвигуна автомобіля Citroen C-Elysee» студента групи МАз - 41 ТНТУ імені Івана Пулюя Максима ГЛУЩАКА. Керівник роботи – канд. техн. наук, старший викладач кафедри АМ Тетяна НАВРОЦЬКА

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 62 арк. формату А4, графічної частини: 6 аркушів формату А1 та додатків.

В пояснювальній записці приводяться необхідні розрахунки, вона містить усі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. Також оформлена графічна частина до даної кваліфікаційної роботи.

В загально-технічному розділі наведена загальна характеристика автомобіля Citroen C-Elysee, проведено аналіз існуючих систем теплопостачання, розглянуто типи електродвигунів, які використовуються, а також сформовані висновки та постановка завдання на дану кваліфікаційну роботу.

В технологічному розділі проведено необхідні розрахунки основних параметрів електродвигуна, описано та обгрунтовано удосконалений технологічний процес.

В конструкторському розділі розроблена конструкція автоматизованої складальної лінії, описано її принцип дії та склад.

Наведено заходи з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика автомобіля Citroen C-Elysee	7
1.2 Аналіз існуючих систем теплопостачання	8
1.3 Огляд типів електродвигунів, що використовуються	15
1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вибір і розрахунок основних параметрів електродвигуна	20
2.2 Вибір і обґрунтування технологічного процесу	28
2.3 Технологія виготовлення маршруту	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Принцип дії, конструкція і склад автоматизованої складальної лінії	34
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Вимоги охорони праці під час виконання мідницьких робіт	55
4.2 Пожежна безпеки на дільниці технологічного процесу	57
ВИСНОВКИ.....	60
БІБЛОГРАФІЯ.....	61
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Широке застосування електродвигунів постійного струму пояснюють такими перевагами: високим пусковим і перевантаженим крутним моментом, високою швидкістю, великим діапазоном плавного регулювання швидкості.

По способу збудження ділять на двигуни з магнітоелектричним збудженням (з збудженням від постійних магнітів) і з електромагнітним збудженням. 1-й тип моторів найбільш перспективний через малу інерційності. До їх переваг також можна віднести високий ККД, стабільність магнітного потоку збудження при температурних змінах, високу надійність й технологічність. Частота обертання якоря двигуна постійного струму при збудженні від постійних магнітів проводиться зміною напруги живлення, збудження залишається при цьому є постійним при різних швидкостях обертання, це створює сприятливі умови для перемикавання і стабільної роботи.

Посилення конкуренції на світовому автомобільному ринку призвело до подальшого підвищення рівня комфорту і безпеки водія і пасажирів в салоні автомобіля в поєднанні з ефективністю функціонування систем опалення та вентиляції.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальна характеристика автомобіля Citroen C-Elysee

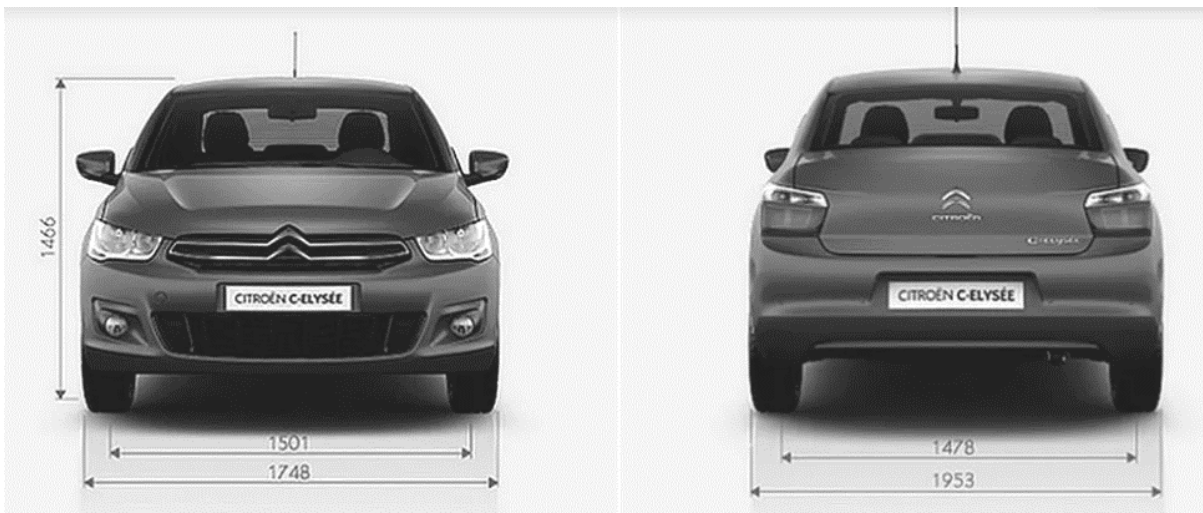
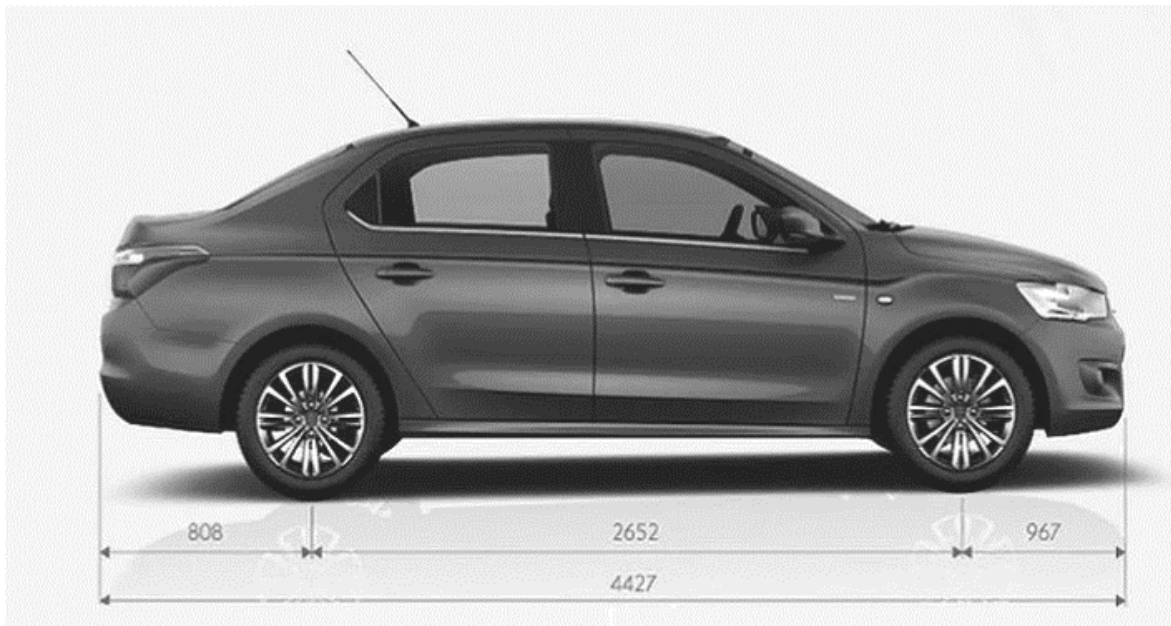


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд та габаритні розміри автомобіля Citroen C-Elysee

Вихідні проектні дані:

Електродвигун автомобільного обігрівача Citroen C-Elysee

Модель автомобіля: Citroen C-Elysee

Тип двигуна: колекторний

Номінальна потужність - 60 Вт

Номінальна швидкість обертання - 2500 об/хв

Номінальна напруга живлення - 12 В

Мінімальна напруга живлення - 11 В

Максимальна напруга живлення - 14,3 В

Режим роботи – безперервний

Тип і розміри виробництва:

Серійний – випуск 50 000 штук на рік

Компоновка: передньомоторна, передньопривідна

Колісна формула: 4×2

Двигунів

- 106 к.с.
- 122 к.с.
- 110 к.с.

Передачі

- ручні п'ятиступінчасті
- роботизована п'ятиступенева

Масогабаритні характеристики: вага брутто: 1653 кг (1230-1270 кг)

1.2 Аналіз існуючих систем теплопостачання

Система опалення є особливо вдалим інженерним рішенням проблеми підтримки необхідного температурного режиму. Сучасний обігрівач салону є наслідком тривалої еволюції.

Система обігріву автомобіля зазнала значних змін, в даний час використовуються такі її види:

1) що використовують тепло двигуна:

- а) від системи охолодження двигуна;
- б) з вихлопної системи.

2) із власним джерелом тепла:

- а) незалежний від двигуна;
- б) залежні від двигуна.

3) комбіновані.

Найбільш поширені опалювальні прилади, де джерелом тепла є рідинна система охолодження двигуна. Такі пристрої ефективні і прості, крім того, вони виключають перенесення вихлопних газів, пекучих або неприємних запахів в організм з-під капота. Система підігріву вихлопних газів, що використовується на машинах з повітряним охолодженням двигуна, в силу властивих їй недоліків (висока залежність від реалізованої потужності двигуна, незначна теплоємність, великий шум в порівнянні з рідинною системою опалення), розглядатися не буде.

Наведена класифікація систем опалення поділяє їх за тепловими джерелами, однак системи опалення з джерелом тепла від системи рідинного опалення мають різні види конструкцій систем опалення та її управління.

У будь-якому автомобілі з двигуном з рідинним охолодженням система опалення, як мінімум, складається з радіатора обігрівача, шлангів подачі і вихлопу рідини, крана, що перекриває його потік, і (або) заслінки, яка регулює надходження повітря ззовні до радіатора, електричного вентилятора і повітропроводів (рис. 1.2).

Нижче ми розберемо стандартні системи опалення, їх схеми управління та їх властивості.

Будь-яка система опалення включає в себе корпус з повітропроводами і каналами розподілу повітря; теплообмінник з вентилятором; контроль температури, припливу і розподілу повітря.

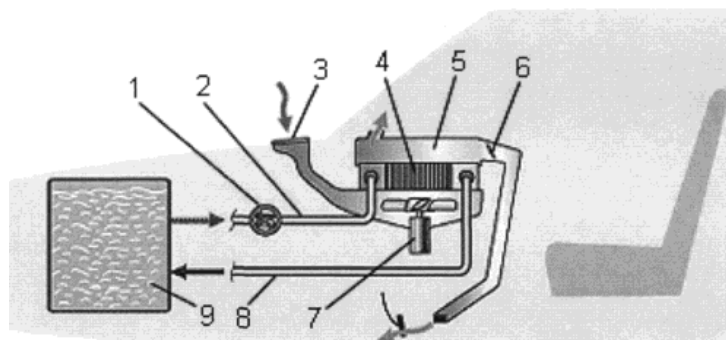


Рисунок 1.2 – Принципова схема найпростішого нагрівача салону авто:

- 1 – кран; 2 – підвідний шланг; 3 – дефлектор зовнішнього повітрязабірника; 4 - радіатор; 5 - система розподілу повітря; 6 – заслінка; 7 – електричний вентилятор; 8 – вихідний шланг; 9 – рідинна система охолодження двигуна

Результатом збільшення швидкості роботи пічки і вентилятора є потік повітря, який поступає швидше, аніж швидкість руху. Потік повітря можна відносно легко контролювати за допомогою заслінки припливу повітря, завжди наявної (заслінка необхідна, щоб уникнути проникнення токсичних технологічних газів під час пробки). Це можливо тільки тоді, коли управління заслінкою повітрозабірника не залежить від інших регулювань, крім включення вентилятора. Для забезпечення максимальної кількості повітря в салоні в літній період додатково передбачено припливне покриття, яке управляється вручну. Отримати подачу повітря можна, відповідним чином спроектувавши системи повітрозабірників, яка збільшується повільніше в порівнянні зі швидкістю. Для того щоб розділити великі частинки пилу і вологи у впускному воздуховоді, маємо враховувати різкий розворот повітряного потоку.

Мікроклімат в автомобілі характеризується наступними умовами:

- подача чистого повітря, головним чином для підтримки необхідної кількості кисню в салоні;
- швидкість руху та розподілу повітря;
- температура в салоні;
- відносна вологість повітря;
- забруднення повітря (запиленість, неприємний запах, вихлопні гази);
- температура стінок у салоні.

Регулювання температури повітря всередині салону може бути реалізовано трьома способами:

- 1) регулювання кількості нагрітого теплоносія, що надходить в радіатор нагрівача (регулювання рідини);
- 2) змішування свіжого повітря з гарячим, що пройшов через теплообмінник (регулювання повітря);
- 3) комбінування першого і другого способів (змішана настройка).

Регулювання повітря, що надходить в салон автомобіля, може поєднуватися з роботою вентилятора. Сам вентилятор може працювати в двох або трьох режимах.

При їзді у міському режимі, коли машина рухається з невеликою швидкістю, це в основному необхідно. У системах опалення та вентиляції можуть використовуватися осьові вентилятори з невеликими габаритними розмірами і невисокою ціною, крім того, радіальні вентилятори з найбільшими витратами, коли кількість повітря, яке надходить в салон автомобіля, слабкіше, залежить від швидкісного напору.

Основними характеристиками радіального вентилятора є великі розміри і низький рівень шуму. Вентилятор бажано встановлювати в потоці повітря перед теплообмінником таким чином, щоб влітку свіже повітря, що пройшов через теплообмінник, безпосередньо подавався в салон. Всі види регулювання мають свої особливості, переваги і недоліки. Регулювання, що здійснюється за обсягом нагрітого теплоносія, що надходить в теплообмінник, регулювання температури відбувається спеціальним краном. Лінійну залежність між керуючим тактом і температурою виходить гарячого повітря отримати вкрай складно, так як для отримання невеликої потужності нагрівача через радіатор необхідно пройти вкрай мала кількість води. Відсоток максимально можливого стоку води, рівний 2...3%, відповідає 50 відсоткам потужності опалювальної системи. Крім того, запірний клапан повинен мати герметичний ущільнювач і його легко відкрити після тривалої перерви.

Існує два типи кранів:

- мембранний;
- поршевий.

Необхідна температура повітря встановлюється з тривалим запізненням після повороту крана, адже теплоносій, який знаходиться в системі опалення, повинен попередньо прогрітися або охолонути. Це недолік регулювання води. Регулювання даного типу виходячи з його простоти, часто використовується на недорогих автомобілях (рис. 1.2). Метод поділу теплообмінника на ряд незалежних блоків, дозволяє усунути ключовий недолік регулювання води.

Регулювання шляхом змішування гарячого повітря з холодним (повітряним) вимагає великих витрат на проектування.

Також регулювання повітря потребує більше місця для розміщення додаткових заслінок і каналів. Здійснити рівномірне змішування - непросто, тому необхідно звикнути до деякого розшарування потоків, холодне повітря почне підніматися вгору, як це має місце в деяких системах. Так як подача води в цих системах не регулюється, в жарку погоду вона істотно залежить від герметичності регулюючого клапана, в результаті, по крайній мірі, для літньої експлуатації автомобіля, повинна бути можливість відключення нагрітого теплоносія, щоб уникнути нагріву свіжого повітря. Перевагами описаного виду регулювання є: швидка реакція на ефекти регулювання; незалежність від повітрязбірника (швидкість руху); можливість точно регулювати температури; Однак регулювального крана водозабору може і не бути.

Змішане регулювання вважається модифікацією перерахованих вище способів регулювання. Його відмінність полягає в тому, що регулювання температури може відбуватися як за допомогою регулювання кількості нагрітого теплоносія, який надходить в теплообмінник, так і за допомогою змішування повітря. В результаті управління водопровідним краном стає менш значним, поліпшуються можливості регулювання і відгуку системи. Механічним підключенням може бути управління водопровідним краном і змішувальною заслінкою. В результаті для розміщення такої системи знадобилося б менше місця. Змішане регулювання має грандіозні переваги, виходячи з яких тільки воно, в наш час, найчастіше використовується на транспортних засобах середнього класу.

Конструкція сучасного нагрівача складається з радіатора, патрубків для циркуляції теплоносія, декількох повітропроводів і заслінок, вентилятора і регулятора витрати рідини.

Радіатор обігрівача розташовується за передньою панеллю. Теплоносій подається через дві трубки, з'єднані з радіатором. Він циркулює завдяки насосу не тільки на системі обігріву автомобіля, але і на системі охолодження двигуна. У момент нагріву двигуна відбувається теплообмін. Охолоджуючи двигун, антифриз відбирає у нього тепло. Потім він надходить в радіатор трубки вже в опалювальному стані.

Ремонт системи опалення не передбачає складного процесу. Досить очистити деталі системи від забруднень. Але трапляються труднощі, які вимагають більш ретельного підходу. Найчастіше виниклими проблемами є несправність грубки - зламаний насос, забитий радіатор або кран.

Несправність насоса призводить до перегріву двигуна, так як це може привести головку блоку циліндрів. В цьому випадку капітального ремонту двигуна не уникнути.

Визначити вихід з ладу крана можна по шлангах радіатора грубки. Можливий гарячий впускний шланг і холодний вихідний шланг. Однак якщо проблема не в крані, необхідно поміняти радіатор грубки. Швидше за все, поломка могла викликати велику кі-сть накипу, що виникає всередині радіатора.

Найчастіше автомобіль не нагріває грубку через повітрязабірника системи охолодження або несправності супутніх компонентів: радіатора або термостата.

Поява повітряної пробки в пластині обумовлено дуже вузькими трубками, які не дозволяють слабкому потоку рідини вигнати її. Прогрів двигуна допоможе позбутися від вилки. Для цього можна послабити хомут на шлангу, акуратно вийнявши з трубки.

Неприємний запах в салоні проявляється через потрапляння бруду в радіатор.

Своєчасний ремонт і огляд необхідний для правильної роботи печі. Звідси впливає, що чим більше машина знаходиться в експлуатації, тим ретельніше вона готується до опалювального сезону.

Крім усього іншого, замінений антифриз може привести до неефективної роботи грубки в машині невчасно. Використання неякісного антифризу може привести до виходу терморегулятора з ладу, адже радіатор почне забиватися зсередини.

Відомі випадки неякісної роботи грубки через руйнування або несправності заслінки радіатора, призначеної для перекриття потоку повітря через радіатор.

У той час як комфортний кліматичний режим в автомобілі підтримується системою опалення, він не привертає особливої уваги.

При наявності в транспортному засобі системи клімат-контролю, яка має датчики температури і двозонне регулювання повітряного потоку, система опалення в цілому має більш складну конструкцію. Відбувається це за рахунок установки другого радіатора і кондиціонера.

Висновок: система опалення вважається обов'язковим елементом сучасного транспортного засобу. Як будь-який з інших агрегатів, вона вимагає до себе уваги, ремонту та профілактики.

Реалізація в цілях профілактики значно скоротить витрати коштів і часу, ніж виконання ґрунтовного дорогого ремонту.

Щоб прогрітися в зимову пору року салону, необхідно отримати близько 30 градусів на виході печі. Така температура не дозволить вікнам запітніти і прогріти салон. На приладовій панелі є перемикач положення продування, який регулює положення заслінок. Вони, направляють потік повітря в певні напрямки: лобове скло, обличчя або ноги. Практично постійно доводиться направляти повітряні потоки на лобове скло. Це необхідно аби отримання надлишкового тиску в салоні. Такий тиск допомагає не запітніти вікна, і зупиняє потрапляння бруду і пилу в автомобіль.

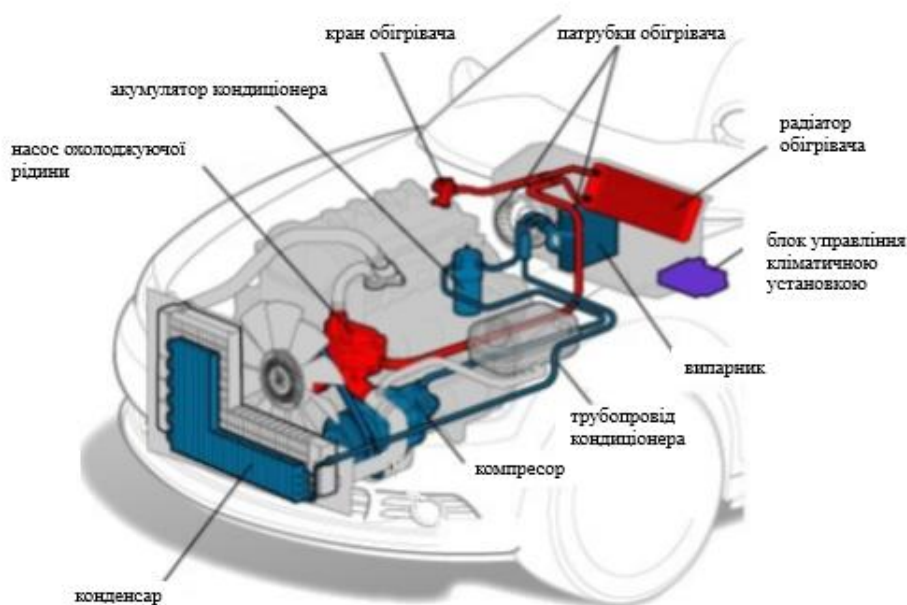


Рисунок 1.3 – Загальний вид системи опалення та кондиціонування салону легкового автомобіля

1.3 Огляд типів електродвигунів, що використовуються

Двигун постійного струму (ДПС)- це електронна машина, яка перетворює електрич. енергію постійного струму в механічну.

Електродвигун (рис. 1.4) є основним електроприводом. Задані експлуатаційні характеристики гарантують, що енергетичні, механічні та конструктивні параметри двигуна відповідають умовам роботи механізму виготовлення.

Він складається з статора і обертового елемента якоря (ротора).

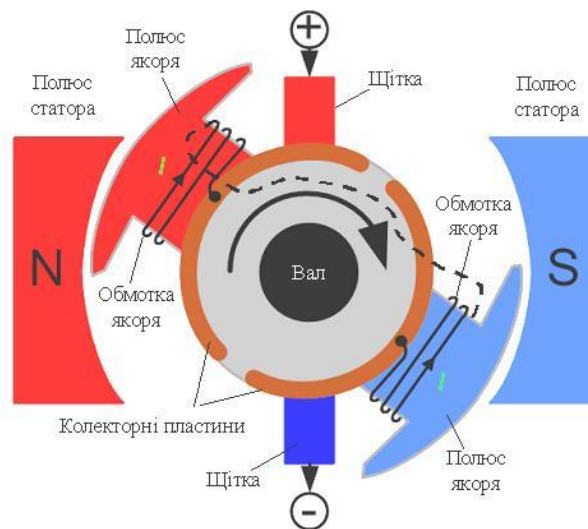


Рисунок 1.4 – Конструкція двигуна постійного струму

Розрахувати потужність, вибрати тип струму, напруги, кутову швидкість, конструкцію це потрібно робити під час вибору електродвигуна. Для цього необхідно розуміти умови експлуатації електрифікованого транспортного засобу, які повинні бути виражені в проектному завданні.

Тип використовуваного електроприводу багато в чому визначає кінематичну схему і конструкцію машин.

При експлуатації електроприводів в умовах виробництва необхідність вибору електродвигуна найчастіше з'являється при заміні слабо навантажених асинхронних електродвигунів, модернізації обладнання, зміні ТП.

Ел. двигуни постійн. струму (ЕПС) характеризуються рядом переваг: високим пусковим і перевантаженим крутним моментом, високою швидкістю, широким діапазоном плавного регулювання швидкості.

Двигуни постійного струму потужністю від десятків до сотень ват широко використовуються в ел.приводах гнучких виробнич. систем, промислових роботів, системах автоматизації та транспортних засобах.

За способом збудження двигуни постійного струму (ДПС) поділяються на двигуни з ел.омагнітним збудженням і з магнітоелектричним збудженням (з збудженням від постійних магнітів). Двигуни з збудженням від постійних магнітів (рис.1.4) найбільш перспективні завдяки своїй низькій інерції.

Малопотужні щіткові двигуни не можуть збільшувати швидкість, оскільки вони обмежені допустимими електромагнітними навантаженнями, моментом інерції та перевантажувальною здатністю, які визначаються умовами комутації та насиченням зони зуба якоря. Збільшення магнітомоторної сили збудження, габаритів і маси індуктора призводить до збільшення магнітного потоку в повітряному зазорі для досягнення максимальної швидкості роботи моторів. В результаті практично неможливо досягти високих динамічних і специфічних електромеханічних параметрів в одному типі двигуна. З цієї причини технічні вимоги до малопотужних транспортних засобів змінилися відповідно до їх функціональних призначень, що призвело до наступної класифікації:

- силові двигуни, спрямовані на довгострокову експлуатацію з пріоритетом максимальної продуктивності та тривалого терміну служби при обмеженій вазі та обсязі;

- силові двигуни, призначені для короткочасної та повторно-короткочасної експлуатації з пріоритетом мінімальної маси на одиницю потужності та обмежені гранично допустимою температурою обмоток двигуна;

- керовані двигуни, основними характеристиками яких є низькі електромеханічні та електромагнітні константи часу, а також обмежена маса та об'єм.

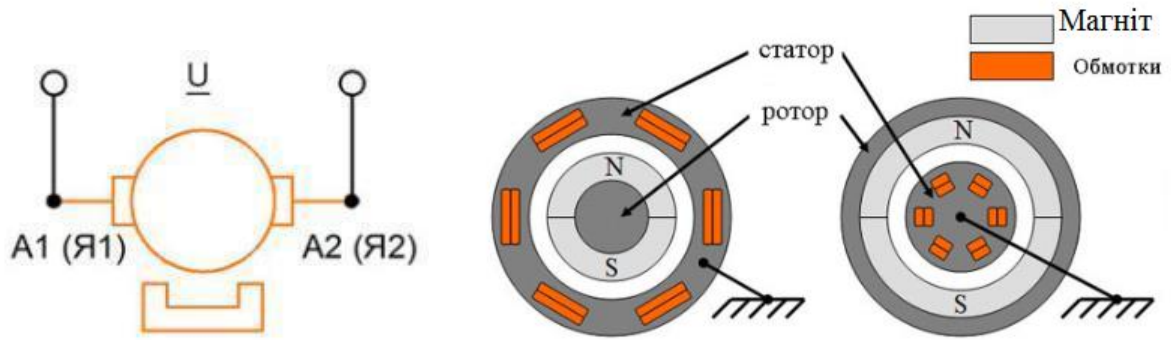


Рисунок 1.5 – Схема двигуна з постійними магнітами

«Жорстка» х-стика властива незалежним і паралельним двигунам збудження (верстатам, прокатним станам, вентиляторам і т. д.).

ДП збудження є «м'якою» характеристикою. Крім того, пристрої, в яких в даний момент спостерігаються приватні перевантаження.

Ідея використання постійних магнітів в ланцюзі збудження для синхронних електричних машин і ДПС дуже цікава і проста в реалізації.

«Привабливість» пояснюється наступними факторами:

1. Звичайна обмотка збудження на електромагнітах - це нехай і дуже маленький, але все ж споживач ел.енергії. Тому постійні магніти в ланцюзі збудження можуть підвищувати енергетичні показники і, зокрема, ККД.

2. Постійні магніти спрощують пристрій ланцюга збудження, підвищують надійність електродвигуна в цілому. Особливо це стосується синхронних двигунів.

Застосування постійних магнітів для збудження електродвигунів має свою специфіку. Таким чином, ДПС на даного типу магнітах може мати тільки 1-ну електромеханічну характеристику, схожу з характеристикою ДПС незалежного збудження.

Крім того, для ДПС з збудженням на постійних магнітах немає можливості регулювати ланцюг. Цьому є пояснення: адже ланцюга збудження, як такої, немає.

Подібна проблема характерна для синхронних двигунів з збудженням на постійн. магнітах. В них вже неможливо регулювати коеф. потужності по ланцюгу. Це свідчить, що ці синхронні двигуни заборонені або їх важко використовувати заради компенсації реактивної потужності.

Проблема роботи електричних машин з збудженням на постійних магнітах при впливі реакції розмагнічування якоря.

Для зменшення впливу реакції якоря використовують магніти тангенціальної або парної кільцевої конструкції за умови, що кількість пар полюсів ДПС з збудженням на постійн. магнітах $=2$ -ом. Ефект розмагнічування зменшується великим розміром магнітів у напрямку ліній поля.

Отже, для більшої кількості пар полюсів використовуються постійні магніти радіальної конструкції з полюсними наконечниками з магнітно твердого матеріалу.

Розміри постійних магнітів робляться максимально великими. Проте ці заходи не вирішують проблему повністю.

Постійні магніти дуже затребувані для використання в схемах збудження малопотужних електродвигунів, в яких розмагнічує ефект реакції якоря не є критичним, незважаючи на зазначені недоліки.

1.4 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Актуальність обраної теми обумовлена важливістю системи опалення в автомобілі. Завдання автомобільного обігрівача полягає не тільки в підтримці тепла в салоні автомобіля. Вкрай необхідно стежити за тим, щоб вікна автомобіля не затуманювалися. Небезпека даного явища полягає у значному зниженні рівня видимості, що призводить до погіршення контролю дорожньої обстановки з боку водія, що безпосередньо впливає на безпеку руху. Виникнення такого роду проблем з'являється не тільки в зимову та іншу пору року.

В даний час методи, які використовуються для розрахунку і проектування системи опалення, засновані на інтегральних методах, що дозволяють встановити тільки середні параметри витрати. Переважно при проектуванні даних систем відводиться в основному, дослідженням, які є отриманими експериментальним шляхом, а також дорожнім і кліматичним випробуванням.

Слід зазначити, що конкуруючі, зарубіжні виробники, щоб уникнути девальвації їх результатів, не публікують методик і конкретних розрахунків технології проектування системи опалення. У роботі розглядається одна з можливих і перспективних технологій розробки електродвигуна підвищеної потужності, на прикладі легкового автомобіля Citroen C-Elysee.

Предметом даної кваліфікаційної роботи є ДПС з збудженням від постійних магнітів, який використовується для приводу крильчатки вентилятора опалювача. Від його надійності і продуктивності в достатній мірі залежить комфорт і здоров'я водія і пасажирів.

Метою роботи є розробка ел.двигуна підвищеної потужності для забезпеч. достатньої продуктивності системи опалення в зимовий період, що також дозволяє прискорити роботу в салоні і скоротити необхідний час роботи двигуна, а, отже, і витрата палива.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір і розрахунок основних параметрів електродвигуна

Вихідні дані

- чиста потужність на валу - 60 Вт;
- номінальна напруга - 12 В,
- мінімальний - 11 В,
- максимальний - 14,3 В;
- частота обертання - 2500 об/хв;
- збудження - від постійних магнітів;
- режим роботи — безперервний;
- виконання — закрите.

Основні параметри ел.двигуна

Щоб зробити попередні розрахунки, потрібно визначити значення ККД. Значення для електродвигуна, який найчастіше використовується для приводу вентилятора нагрівача, становить:

$$\eta = U_{НОМ} \cdot I_{НОМ} / P_2 \quad (2.1)$$

$$\eta = U_{НОМ} \cdot I_{НОМ} / P_2 = 12 \cdot 5 / 20 = 0,33.$$

Струм якоря:

$$I_a = \frac{P_2}{\eta U_{min}} \quad (2.2)$$

$$I_a = \frac{P_2}{\eta U_{min}} = \frac{60}{0,5 \cdot 11} = 10,91A$$

ЕРС в обмотці якоря:

$$E'_a = K_E \cdot U_{max} \quad (2.3)$$

$$E'_a = K_E \cdot U_{max} = 0,8 \cdot 14,3 = 11,6B$$

Розрахункова ел.магнітна потужність:

$$P = E'_a \cdot I_a \quad (2.4)$$

$$P = E'_a \cdot I_a = 11,6 \cdot 10,91 = 126,54 \text{ Вт} .$$

Константа:

$$C = \frac{6,1}{B'_\delta \cdot A \cdot a_\delta} \quad (2.5)$$

$$C = \frac{6,1}{B'_\delta \cdot A \cdot a_\delta} = \frac{6,1}{0,28 \cdot 7000 \cdot 0,65} = 0,00478 \frac{\text{м}^3}{\text{Вт} \cdot \text{мин}} .$$

Діаметр якоря:

$$D_a = 3 \sqrt{\frac{C \cdot P'}{\xi n}} \quad (2.6)$$

$$D_a = 3 \sqrt{\frac{C \cdot P'}{\xi n}} = 3 \sqrt{\frac{4,78 \cdot 10^{-3} \cdot 126,54}{1 \cdot 2500}} = 0,0623 \text{ м} .$$

Довжина якоря:

$$I_a = \xi D_a \quad (2.7)$$

$$I_a = \xi D_a = 1 \cdot 0,063 = 0,063 \text{ м} .$$

Поділ полюсів:

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_a}{2} p \quad (2.8)$$

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_a}{2} p = \frac{\pi \cdot 0,063}{2 \cdot 2} = 49,48 \cdot 10^{-3} \text{ м} .$$

Прогнозована довжина дуги магніту:

$$b_1 = a_\delta \cdot \tau \quad (2.9)$$

$$b_1 = a_\delta \cdot \tau = 0,65 \cdot 0,04948 = 32,162 \cdot 10^{-3} \text{ м} .$$

Магнітний потік, який виникає в повітряному прошарку:

$$\Phi' = B'_\delta \cdot \tau I_a \cdot \alpha_\delta \quad (2.10)$$

$$\Phi' = B'_\delta \cdot \tau I_a \cdot \alpha_\delta = 0,28 \cdot 49,48 \cdot 10^{-3} \cdot 0,063 \cdot 0,65 = 567,3 \cdot 10^{-6} \text{ Вб} .$$

Якорна обмотка

Виберіть простий тип хвильової обмотки $2a = 2$, $2p = 4$., що вказує на кількість паралельних гілок у обмотці.

Кількість активних провідників, які знаходяться в обмотці якоря:

$$N' = \frac{60 \cdot a \cdot E_a'}{p \cdot n \cdot \Phi'} \quad (2.11)$$

$$N' = \frac{60 \cdot a \cdot E_a'}{p \cdot n \cdot \Phi'} = \frac{60 \cdot 1 \cdot 11,6}{2 \cdot 2500 \cdot 567,3 \cdot 10^{-6}} = 245.$$

Визначимо, що $N' = 240$.

К-кість якірних прорізів:

$$Z_a = (200 \dots 300) D_a = 260 \cdot 0,063 = 16,38. \quad (2.12)$$

Визначимо $Z_a = 16$.

Кількість провідників, які містяться в пазі:

$$N_z = \frac{N}{Z_a} = \frac{240}{16} = 15. \quad (2.13)$$

Крок обмотки колектора $y = yk = 1$.

Перший етап:

$$y_1 = \frac{Z_a}{2p} \pm 1 = \frac{16}{2 \cdot 2} + 1,5 = 4. \quad (2.14)$$

Другий:

$$y_2 = y_1 - y = 4 - 1 = 3.$$

Щільність струму в обмотці якоря становить $j_a = 5 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$.

Напрямок дроту обмотки якоря:

$$q_a = \frac{I_a}{2 \cdot j_a} = \frac{10,91}{2 \cdot 5 \cdot 10^6} = 1,091 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (2.15)$$

Виберіть правильний поперечний переріз дроту. Діаметр неізолюваного проводу становить $d = 1,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Діаметр ізолюваного проводу (серед. значення) $d_{із} = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Колектора та щіток

$K = Z_a = 16$ колекторних пластин

Діаметр колектора становить:

$$D_k = (0,4 \dots 0,5) D_a = 0,43 \cdot 0,063 = 0,027 \text{ м.}$$

Січення колекторне:

$$t_k = \frac{\pi \cdot D_k}{K} = \frac{\pi \cdot 0,027}{16} = 5,29 \cdot 10^{-3} \text{ м.} \quad (2.16)$$

Відстань між рейками становить $\beta_z = 0,0003 \dots 0,0004 = 0,00035 \text{ м.}$

Колекторна плита має таку ширину:

$$\beta_k = t - \beta_z = 0,00529 - 0,00035 = 0,00494 \text{ м.}$$

Ширина щітки має:

$$\beta_k = (1 \dots 3) / \beta_k = 2, 0, 00494 = 0, 00988 \text{ м.}$$

Довжина щітки буде

$$\beta_k = w = 0, 00988 \text{ м.}$$

Вибираємо: марку 960.

Щільність струму, яка знаходиться під щіткою:

$$j_{щ} = \frac{I_a}{S_{щ} \cdot p} = \frac{10,91}{52,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 103,9 \cdot 10^3 \quad 300 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2. \quad (2.17)$$

Зона перемикання має таку ширину:

$$\begin{aligned} \epsilon_k &= \epsilon_{щ} \cdot \frac{D_a}{D_k} + \left(\frac{K}{Z_a} + \frac{K}{2} p - y_1 - \frac{a}{p} \right) \cdot t_k \cdot \frac{D_a}{D_k}. \\ \epsilon_k &= 0,007 \cdot \frac{0,063}{0,027} + \left(\frac{16}{16} + \frac{16}{4} - 4 - \frac{1}{2} \right) \cdot 0,00529 \cdot \frac{0,063}{D_k} = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Рекомендовані умови перемикання:

$$\epsilon_k \quad 0,8 \cdot (\tau - \alpha_{\phi} \cdot \eta), \quad \epsilon_k \quad 0,8 \cdot (0,043 - 0,65 \cdot 0,043) \quad 22,5 \cdot 10^{-3}$$

Пази у якоря

Ширина прорізі: $A_{np} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

Висота прорізи паза $h_{np} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Січення зубів відповідно до зовнішнього діаметру якоря:

$$t_1 = \frac{\pi \cdot D_a}{Z_a} = \frac{\pi \cdot 0,063}{16} = 0,01237 \text{ м}. \quad (2.19)$$

Допустима максимальна індукція в зубі становить $B_{z_{max}} = 1,3 \text{ Тл}$.

Максимальна довжина зуба в середньому поперечному перерізі:

$$Z_z = \frac{B_\delta \cdot t_1}{B_{z_{max}} \cdot K_{cm}} = \frac{0,28 \cdot 0,01237}{1,3 \cdot 0,98} = 0,0272 \text{ м} \quad (2.20)$$

Висота канавки:

$$h_k = 0,25 D_a = 0,25 \cdot 0,063 = 0,0158 \text{ м}.$$

Діаметр верхньої частини паза якоря:

$$D_{amax} = D_a - 2 \cdot h_{np} = 0,063 - 2 \cdot 0,0015 = 0,06 \text{ м}.$$

В середньому поперечному перерізі паза діаметр якоря:

$$D_{аср} = D_a - 2 \cdot h_{np} - h_n = 0,063 - 2 \cdot 0,0015 - 0,0158 = 0,0442 \text{ м}.$$

В нижній частині паза діаметр якоря:

$$D_{amin} = D_a - 2 \cdot h_{np} - 2 \cdot h_n = 0,063 - 2 \cdot 0,0015 - 2 \cdot 0,0158 = 0,0284 \text{ м}.$$

Канавка зроблена у формі трапеції. Використовуючи метод відбору, ми знаходимо радіуси спряжених $r_1 = 0,002 \text{ м}$ і $r_2 = 0,002 \text{ м}$. У верхній частині канавки діаметри якоря відповідають центрам кіл сполучення::

$$D_1 = D_{amax} - 2 \cdot r_1 = 0,06 - 2 \cdot 0,002 = 0,056 \text{ м}.$$

Діаметр якоря, який відповідає центрам кіл сполучення, розташованих в нижній частині канавки:

$$D_2 = D_{amin} + 2 \cdot r_2 = 0,0284 + 2 \cdot 0,002 = 0,0324 \text{ м}.$$

Площа отвору:

$$S_n = \frac{\pi \cdot r_1^2}{2} + \frac{\pi \cdot r_2^2}{2} + \left(\frac{\pi \cdot D_1}{Z_a} - Z_z - 2 \cdot r_1 \right) \cdot r_1 + \frac{1}{4} \left(\frac{\pi \cdot D_1}{Z_a} - Z_z + 2 \cdot r_2 \right) \cdot (D_1 - D_2), \quad (2.21)$$
$$S_n = \frac{\pi \cdot 0,002^2}{2} + \frac{\pi \cdot 0,002^2}{2} + \left(\frac{\pi \cdot 0,056}{16} - 0,0272 - 2 \cdot 0,002 \right) \cdot 0,002 +$$
$$+ \frac{1}{4} \left(\frac{\pi \cdot 0,056}{16} - 0,0272 + 2 \cdot 0,002 \right) \cdot (0,056 - 0,0324) = 83,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Розрахунок характеристик роботи електродвигуна

Розрахунок експлуатаційних характеристик включає в себе встановлення кількох значень струму в якорі, а результати цього розрахунку підсумовуються в табл. 2.1.

Напруга в обмотці якоря падає

$$\Delta U_a = I_a \cdot r_{a2}$$

ЕРС, які містяться в обмотці якоря:

$$E_a = U - \Delta U_a - \Delta U_{ц}$$

Швидкість, з якою обертається вал двигуна:

$$n = \frac{60 \cdot a \cdot E}{N \cdot p \cdot \Phi_{\delta}}$$

Мідні якоря мають електричні втрати:

$$\Delta P_{ma} = I_a \cdot \Delta U_a \cdot$$

Електрич. втрати в щітках:

$$\Delta P_{ц} = \Delta U_{ц} \cdot I_a \cdot$$

Електродвигун має такі електричні втрати:

$$\Delta P_{эл} = \Delta P_{ma} + \Delta P_{ц} \cdot$$

Серцевини якоря мають вагу:

$$M_{ca} = \frac{\pi}{4} \cdot (2h_a)^2 \cdot l_a \cdot \gamma_{cm} \cdot K_{cm} = \frac{\pi}{4} \cdot (0,012)^2 \cdot 0,063 \cdot 7,8 \cdot 10^3 \cdot 0,98 = 0,218 \text{ кг} . \quad (2.22)$$

Колектора вага:

$$M_k = \frac{\pi}{4} \cdot \gamma_k \cdot D_k^2 \cdot l_k = \frac{\pi}{4} \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,027^2 \cdot 0,01125 = 0,05 \text{ кг} . \quad (2.23)$$

Маса сталевих зубів якоря

$$M_{za} = \left(\frac{\pi \cdot D_a^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} - S_n \cdot Z_a \right) \cdot \gamma_z \cdot K_{cm} \cdot l_a \quad (2.24)$$

$$M_{za} = \left(\frac{\pi \cdot 0,063^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,056^2}{4} - 83,85 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \right) \cdot 7,8 \cdot 10^3 \cdot 0,98 \cdot 0,063 = 0,331 \text{ кг} .$$

Маса мідного якоря обмотки:

$$M_{ma} = \gamma_m \cdot q_a \cdot N \cdot l_{acp} = 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,885 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 0,11697 = 0,211 \text{ кг} . \quad (2.25)$$

Вага для якоря буде:

$$M_a = M_{ca} + M_k + M_{za} + M_{ma} = 0,218 + 0,05 + 0,331 + 0,211 = 0,81 \text{ кг} . \quad (2.26)$$

Частотність перемагнічування сталі:

$$f = \frac{2 \cdot p \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot 2500}{60} = 83,3 \text{ Гц} . \quad (2.27)$$

Втрати сталі якоря

$$\Delta P_a = 2 \cdot \left(\frac{f}{100} \right) + 2,5 \sigma \cdot \left(\frac{f}{100} \right)^2 = 2 \cdot 4,5 \cdot \left(\frac{83,3}{100} \right) + 2,5 \cdot 5,1 \cdot \left(\frac{83,3}{100} \right)^2 = 16,3 \text{ Вт / кг} . \quad (2.28)$$

Втрата сили тертя підшипниками:

$$\Delta P_n = \mu_n \cdot M_a \cdot 10^{-3} \cdot n = 3 \cdot 0,81 \cdot 10^{-3} \cdot 2500 = 6,08 \text{ Вт} . \quad (2.29)$$

Механічні втрати, які виникають через тертя якоря об повітря:

$$\Delta P_g = 2 \cdot D_a^3 \cdot c_{dpt} l_a \cdot 10^{-6} \cdot n^3 = 2 \cdot 0,063^3 \cdot 0,063 \cdot 10^{-6} \cdot 2500^3 = 0,49 \text{ Вт} . \quad (2.30)$$

Загал. механічні втрати:

$$\Delta P_m = \Delta P_n + \Delta P_g + \Delta P_{цi} = 0,49 + 6,08 + 2,31 = 8,89 \text{ Вт} \quad (2.31)$$

Загальні втрати енергії електродвигуна:

$$\Delta P = \xi_n \cdot (\Delta P_m + \Delta P_c + \Delta P_m) = 1,12 \cdot (17,89 + 7,01 + 8,89) = 37,85 \text{ Вт} . \quad (2.32)$$

Сила, яку подають на електродвигун:

$$P_1 = U \cdot I_a = 11 \cdot 10,91 = 120 \text{ Вт} .$$

Чиста потужність, яка діє на вал:

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 120 - 37,85 = 82,16 \text{ Вт} .$$

ККД при стандартному навантаженні:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{82,16}{120} = 0,685 . \quad (2.33)$$

Крутний момент:

$$M_2 = \frac{30 \cdot P_2}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 82,16}{\pi \cdot 2500} = 313,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м} . \quad (2.34)$$

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку ефективності

Параметри	Од. вим.	Значення					
		3	4	5	6	7	8
I	2						
I_a	I	6,61	7,36	8,19	8,72	9,91	10,92
ΔU_a	B	0,85	0,93	1,05	1,08	1,25	1,35
$\Delta U_a + \Delta U_{sch}$	B	1,11	1,23	1,37	1,45	1,65	1,82
E_a	B	9,91	9,79	9,65	9,57	9,38	9,18
n	$xв^{-1}$	2 695	2 662	2 624	2 601	2 546	2 502
ΔP_{ma}	W	4,49	5,56	6,89	7,79	10,08	12,23
ΔP	W	2,48	2,76	3,06	3,28	3,72	4,09
ΔP_{el}	W	5,38	6,67	8,25	9,34	12,00	14,68
Δf	W	89,82	88,69	87,45	86,67	84,86	83,34

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
ΔPa	<i>Bm/кг</i>	18,39	18,02	17,63	17,38	16,82	16,36
ΔPca	<i>W</i>	0,39	0,38	0,378	0,37	0,36	0,35
ΔPz	<i>Bm/кг</i>	18,56	18,10	17,82	17,56	16,90	16,55
ΔPza	<i>W</i>	5,81	5,69	5,58	5,49	5,32	5,17
ΔPc	<i>W</i>	6,39	6,26	6,13	6,02	5,85	5,69
ΔP	<i>W</i>	2,61	2,56	2,51	2,47	2,41	2,35
ΔPn	<i>W</i>	6,56	6,48	6,39	6,31	6,18	6,06
ΔPv	<i>W</i>	0,62	0,58	0,59	0,56	0,51	0,48
ΔPm	<i>W</i>	9,78	9,62	9,47	9,38	9,12	8,92
ΔP	<i>W</i>	42,03	41,28	40,52	39,90	38,89	37,81
П1	<i>W</i>	72,62	80,86	89,98	95,75	108,96	120,02
П2	<i>W</i>	30,62	39,58	49,46	55,72	70,13	82,15
<i>Ефективність</i>		0,40	0,48	0,58	0,56	0,62	0,69
<i>M</i>	<i>H·м·10⁻³</i>	108,46	142,18	180,09	204,84	262,98	313,76

2.2 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

Кожне підприємство має порядок розроблення технологічного процесу. Технічні вимоги, визначені робочим кресленням деталі, визначають якість виготовленої деталі. При розробці технологічного процесу виготовлення деталі основним документом є робоче креслення деталі. У ньому має бути всі дані, необхідні для виготовлення деталі.

Розробляючи процес виготовлення, важливо знати умови роботи деталі в зібраному агрегаті, аналізувати навантаження, якому піддається деталь, визначити вимоги до неї та знати, як деталь у зібраному агрегаті орієнтується щодо інших деталей.

Порівняння різних варіантів і вибір найбільш економічного варіанту визначають мінімальні витрати на виготовлення якоря при забезпеченні заданої кількості та якості.

Сучасні електричні машини мають обмотки, розташовані по колу якоря, ротора або статора, і укладені в спеціальні канавки, відомі як канавки. Виступаючі частини, відомі як зубці, відокремлюють пазами один від одного, коли вони розташовані рівномірно по колу. Якір - це частина машини постійного струму, яка обертається.

Такий технічний результат досягається в якорі колекторного двигуна постійного струму, який містить макет з обмоткою та колектор з мідними пластинами. Електролітичне осадження створює шар паладію товщиною до 0,01 мм на мідних пластинах колектора. Відповідно, використовується для виготовлення якоря колекторного двигуна постійного струму, процес намотування та складання колектора включає наступне: якір просочується епоксидною смолою, полімеризується, а поверхня покривається еластичною емаллю. Мідні пластини колектора з'єднуються з катодом гальванічної ванни з кислотністю рН 8-10 і концентрацією металевого паладію до 10. г/л.

Просочуйте якір епоксидною смолою під вакуумом при підвищеній температурі навколишнього середовища; полімеризуйте епоксидну смолу, тонко видаляйте матеріал з поверхні колектора; потім покривайте поверхню еластичною емаллю, а потім просушити. Таким чином, після процедури електролітичного осадження паладію працездатність арматури зберігається, оскільки електролітні матеріали виключаються з колектора, зберігаючи високе значення опору ізоляції мідних пластин.

Метою процесу є спрощення конструкції та підвищення її технологічності. Під час напресування зменшується товщина кожної наступної пластини подачі валу на кожну наступну пластину. Після того, як набрано потрібну кількість пластин, пакет зміщують уздовж валу до його робочого положення. Таким чином, цей метод покращує якість збірки якоря, оскільки він запобігає деформації валу.

Технологія виготовлення наведена нижче (рис.2.2) На валу якоря встановлюється мішок із заліза. Після цього встановлюється колектор із пластинами, заповненими ізоляційним матеріалом, і монтажне кільце, виготовлене з ізоляційного матеріалу, як-от пластику, розташоване збоку від

залізного мішка. Монтажне кільце має торцеві виступи в центрі кожної пластини, повернуті в сторону вільного кільця колектора. У процесі намотування обмоток кінці намотують під кожен виступ, розташовуючи їх між внутрішньою поверхнею і пластиною на торцевій поверхні кріпильного кільця (рис.2.2) Після цього виступи згинаються за допомогою обтискного кільця. У цьому випадку кінці обмоток фіксуються до пластин у радіальному напрямку. Крім того, обтискне кільце має внутрішню конічну поверхню, яка забезпечує вигин виступів під час натискання. На зовнішній поверхні пружних виступів кріпильного кільця є виступи, які після відпресовування утворюють замок з торцевою поверхнею обтискного кільця, що запобігає йому зістрибуванню з кріпильного кільця до вільного кінця колектора. Як показано на рис.2.1, після відпресовування моторний якір приймає свій кінцевий вигляд.

Запропонована конструкція анкера робить процес виготовлення більш простим. Спрощення зменшує трудомісткість і витрату матеріалу, оскільки його не потрібно виготовляти. Крім того, одночасне кріплення кінців обмоток якоря полегшує процес кріплення. Крім того, ремонтпридатність анкерів двигуна збільшується.

Підвищення продуктивності анкерного виготовлення та виключення проміжних технологічних операцій забезпечують технічно-економічні переваги.

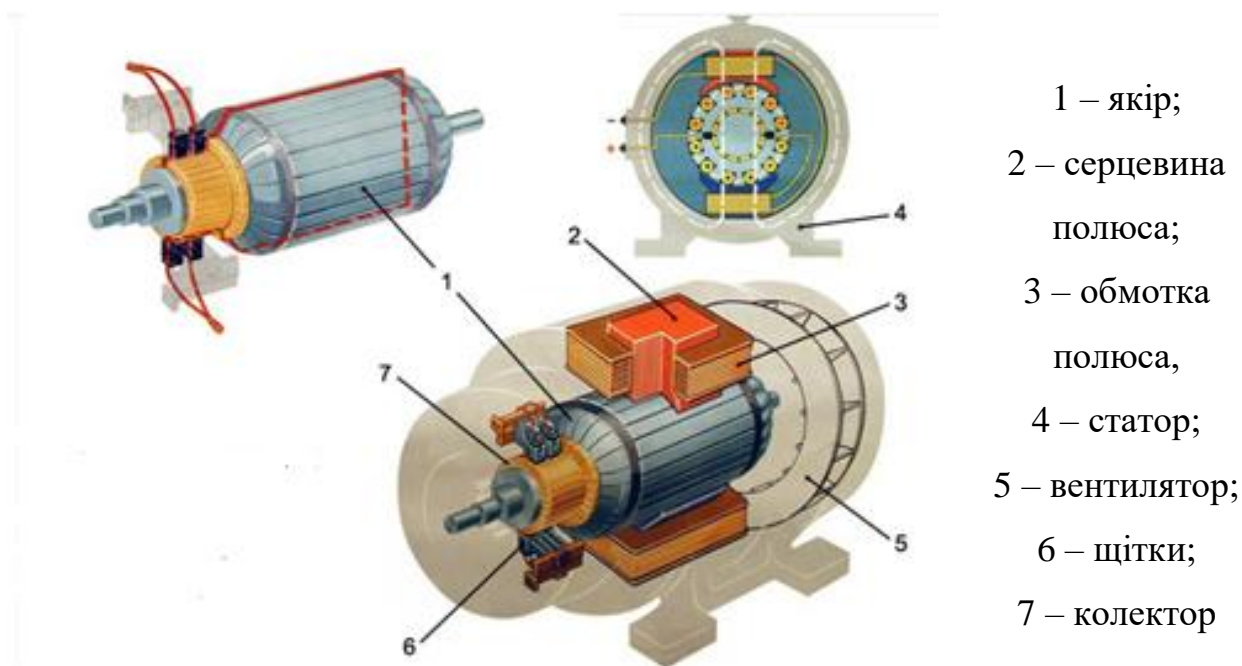


Рисунок 2.1 – Загальний вид ДПС

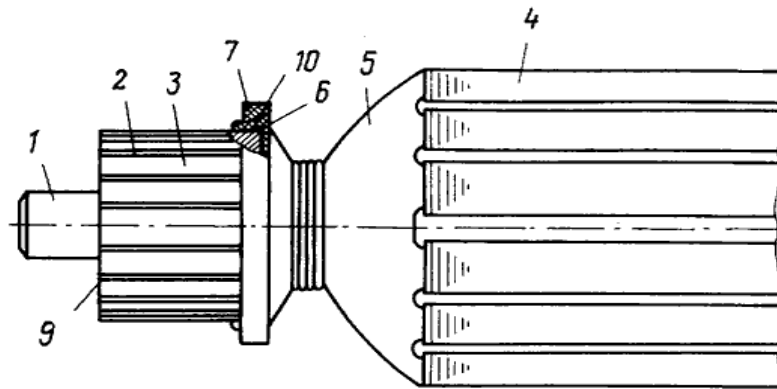


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд якоря двигуна постійного струму:
 1 – вал якоря; 2 – колектор; 3 – пластини; 4 – пакет заліза; 5 – обмотка;
 6 – заслінка; 7 – кріпильне кільце; 8 – торцеві виступи; 9 – вільне кільце;
 10 – обтискне кільце

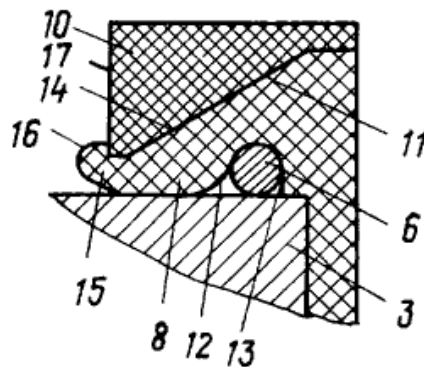
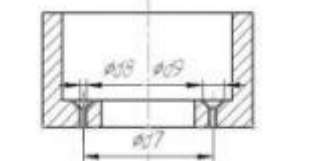

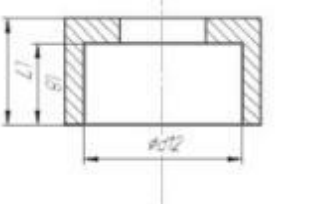


Рисунок 2.3 – Тип якоря двигуна постійного струму в процесі виготовлення: 3 – пластини; 6 – заслінка; 8 – торцеві виступи; 10 – обтискне кільце; 11 – зовнішня поверхня; 12 – внутрішня поверхня; 13 – торцева поверхня; 14 – конічна внутрішня поверхня; 15 – закінчення; 16 – виступи; 17 – торцева поверхня обтискного кільця

2.3 Технологія виготовлення маршруту

№ операції	Назва і зміст операції	Мініатюра операції	Обладнання
1	2	3	4
000	Заготівля: корекція листового і профільного прокату, розмітка і маркування, розкрій прокату, обробка крамок і торців, згинальні і прокатні роботи.		
010	Точіння: після монтажу і кріплення, обрізка торців.		Токарно-револьверний верстат
020	Точіння: обмотка поверхні, збереження габаритів.		Токарно-свердлильний верстат
030	Свердлильна: включає свердління отворів		Вертикально-свердлильний верстат
040	Точіння: обмотка поверхні, збереження габаритів.		Токарно-револьверний верстат
050	Точіння: обмотка поверхні, збереження габаритів.		Токарно-револьверний верстат

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3	4
060	Зенкерування: обробка готових отворів після свердління для отримання отворів високої точності і низької шорсткості.		Свердильний верстат, зенкер
070	Шліфування: надання робочій поверхні деталі правильної геометричної форми і отримання необхідної шорсткості.		Шліфувальний верстат
080	Шліфування: Надання робочій поверхні деталі правильної геометричної форми і отримання необхідної шорсткості.		Шліфувальний верстат
090	Промивання		
100	Контроль		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Принцип дії, конструкція і склад автоматизованої складальної лінії

Технологічні процеси (ТП), які повинні гарантувати високу продуктивність, надійність, якість і ефективність виготовлення продукції, лежать в основі автоматизації виробництва.

Характерна особливість ТП – деталі та інструменти строго орієнтовані один на одного у порядку робочого процесу (1 клас процесів). Термічна обробка, сушка, фарбування та багато іншого на відміну від складання та збірки, ці процеси належать до 2 класу процесів і не вимагають надзвичайної уваги до деталей.

ТП можна розділити на безперервні та дискретні.

Розробка ТП АВ має певні особливості порівняно з не АВ:

1. Автоматизований транспортний механізм виконує неоднорідні механічні операції, а також обробку тиском, термічну обробку, збірку, контроль, упаковку та транспортування та інші операції.

2. Забезпечення надійності та гнучкості процесу виготовлення продукції із заданою якістю вимагає ретельного і всебічного вивчення технології, ретельного аналізу виробничих потужностей, розробки маршруту та технологій експлуатації, щоб відповідати вимогам до гнучкості та автоматизації виробничих процесів.

3. Технологічні рішення різноманітні через широкий спектр виробів.

4. Збільшується інтеграція роботи, яку виконують різні технологічні підрозділи.

Основні принципи механічної обробки в АВП

1. Принцип цілісності. Необхідно переконатися, що всі операції в рамках одного АВП виконуються без проміжної передачі компонентів в інші підрозділи або допоміжні відсіки.

2. Принцип роботи малоефективних технологій. Формування АВП з максимальною консолідацією операцій і мінімальною кількістю операцій і установок.

3. Технологічний принцип. Гарантувати роботу автоматичних систем захисту (АВП) протягом усього виробничого циклу.

4. Принцип технології, яка не потребує переналагодження ТП на робочому місці

5. Принцип функціонування активно-керованої технології Управління ТП, а також корекція проектних рішень на основі інформації про хід ТП. Технологічні параметри, створені на етапі контролю, і вихідні параметри технологічної підготовки виробництва (ТПВ) можуть бути змінені.

6. Принцип оптимальності. Рішення щодо кожного етапу управління ТПВ і ТП на основі єдиного критерію оптимальності

Комп'ютерні технології, інформаційна безпека, інтеграція, безпаперова документація та групова технологія – це лише деякі з принципів, які визначають технологію АВП.

Типові та групові ТП

Типізація технологічних процесів для груп деталей, схожих за конфігурацією та технологічними особливостями, передбачає, що вони будуть виготовлені за допомогою тих самих технологій, заснованих на найбільш передових методах обробки, щоб гарантувати найвищу продуктивність, економію та якість. Правила обробки окремих елементарних поверхонь і правила призначення порядку обробки цих поверхонь лежать в основі типізації. У великих масштабах і масовому виробництві використовуються типові ТП.

Дрібно- та середньомасштабні технології реконфігурованого виробництва базуються на принципі групової технології. Спільність оброблюваних поверхонь і їх комбінацій є основною характеристикою групової технології, на відміну від типізації ТП. Таким чином, групові методи обробки характерні для обробки різноманітних деталей.

Основними напрямками уніфікації технологічних рішень для підвищення ефективності виробництва є метод групової технології та типізація ТП.

Розподіл деталей

Групи технологічно схожих компонентів для спільної обробки в груповому виробництві визначаються шляхом класифікації. Класифікація відбувається в

два етапи. Перша класифікація кодує деталі досліджуваного виробництва за конструкторськими та технологічними характеристиками. Друга класифікація групує деталі за ознаками, які є подібними або несуттєво різними.

При класифікації деталей необхідно враховувати такі характеристики, як конструктивні розміри, вага, матеріал, тип обробки та заготовка, а також точну кількість операцій обробки.

Упорядкування деталей відбувається в такій послідовності: набір деталей групується за рівнями класу, наприклад, тіла обертання для механічної обробки; набір деталей групується за рівнями підкласу, наприклад, вали; набір деталей групується за поєднанням поверхонь, наприклад, вали з поєднанням гладких циліндричних поверхонь; набір деталей групується за габаритними розмірами, щоб визначити ділянки з максимальною щільністю.

Технологія виробництва при АВ

Конструкція виробу вважається технологічною, якщо його виготовлення та використання вимагає мінімальних матеріалів, часу та коштів. Оцінка технологічності проводиться як за кількісними, так і за якісними критеріями для заготовок, оброблених деталей і складальних компонентів.

Деталі АВ повинні бути технологічно досконалими, тобто простими за формою та розмірами, складатися зі стандартних поверхонь і максимально використовувати матеріал.

Деталі, які підлягають збірці, повинні мати якомога більше стандартних поверхонь з'єднання, найпростіших елементів орієнтації складальних одиниць і деталей.

Характеристики проектування технологічних процесів виготовлення деталей на автоматичних лініях і верстатах з ЧПУ

Автоматична лінія (АЛ)- це постійно діючий комплекс систем управління та обладнання, які повністю синхронізовані в часі під час операцій і переходів. Диференціація ТП і концентрація є найефективнішими методами синхронізації.

Надійність і продуктивність залежать від диференціації процесів, спрощення процесів і синхронізації переходів. Надмірна диференціація ускладнює технічне обслуговування та збільшує площу та обслуговування.

Багатоінструментальні коригування можливі, щоб максимізувати концентрацію операцій і переходів без значного зниження продуктивності.

Для синхронізації роботи АЛ обмежувачий інструмент, обмежувальна машина та лімітуюча область визначаються, а реальний вихідний цикл АЛ (хв) встановлюється за формулою

$$\tau = \frac{60 \Phi}{N}$$

Для забезпечення високої надійності АЛ ділиться на частини, які з'єднуються між собою за допомогою запам'ятовуючих пристроїв, відомих як гнучкий зв'язок між ділянками. Це дозволяє суміжним секціям працювати автономно в разі збою на одному з них. У середині ділянки підтримується міцний зв'язок. Планування планових зупинок для пристроїв з жорстким з'єднанням має вирішальне значення.

Верстати з ЧПУ забезпечують високу точність і якість продукції, і вони можуть використовуватися для обробки складних деталей з точними ступінчастими або криволінійними контурами. При цьому знижуються витрати на обробку, кваліфікація та персонал. Характеристики обробки деталей на верстатах з ЧПУ визначаються характеристиками самих верстатів і, зокрема, системами ЧПУ, які вони надають для наступних цілей: скорочення часу налагодження та переналагодження обладнання; підвищення продуктивності циклів обробки; реалізація циклових ходів зі складною криволінійною траєкторією; можливість уніфікувати системи управління (СУ) верстатів з СУ іншого обладнання; і використання комп'ютера для управління верстатами з ЧПУ, що входять до складу АВП.

Основні технологічні вимоги та структура механічної обробки в реконфігурованих (переналагоджуваних) АВП на прикладі виготовлення типових деталей

Розвиток технології в АВП характеризується комплексним підходом, який включає детальне вивчення не тільки основних, але й допоміжних операцій і переходів, таких як транспортування продукції, її контроль, зберігання, випробування.

Два основні методи побудови ТП використовуються для стабілізації та підвищення надійності переробки:

1) використання апаратного забезпечення, яке забезпечує надійне оброблення майже без участі оператора;

2) контроль параметрів ТП на основі контролю продукції в процесі АВП використовує принцип групової технології для підвищення гнучкості та продуктивності.

Характеристики проектування роботизованих і автоматизованих збірок ТП

Складальні верстати та АЛ автоматизують збірку виробів. Уніфікація та нормалізація з'єднань, тобто доведення їх до певної номенклатури видів і точності, є важливою умовою розробки раціонального ТП автоматизованого складання.

Заміна складальними роботами та використання керуючих роботів або пристроїв автоматичного управління є основною відмінністю роботизованого виробництва.

Роботизована збірка повинна ґрунтуватися на принципі повної взаємозамінності або групової взаємозамінності, якщо це більш поширене. Виключається можливість планування та контролю.

Операції збирання повинні бути від простих до складних. Вибір системи організації складання — стаціонарна або конвеєрна — залежить від складності та розмірів виробу.

Висока концентрація операцій, яка визначає моделі роботів, їх функції, точність, ефективність і швидкість, є перевагою при розробці збірки ТП в РТК. Тимчасові взаємозв'язки елементів РТК особливо важливі, оскільки вони можуть визначати експлуатаційні можливості, моделі та кількість роботів промислової збірки (ПР). З цією метою можна побудувати циклограму як для окремих роботизованих робочих місць, так і для всього РТК.

Ступінь продуктивності АВ

Економічна ефективність і взаємозв'язок техніко-економічних показників виробництва визначають ефективність автоматизації. Узагальнені показники

автоматизованого виробництва (АВ) включають продуктивність праці та коефіцієнт зростання продуктивності праці.

Розрахункові та оцінкові методи для автоматизованих систем

1. Технологічна продуктивність K

$$K = 1 / t_p . \quad (3.1)$$

2. Циклова виробничість Q_u

$$Q_u = \frac{1}{T_u} = \frac{1}{t_p + t_x + t_{ecn}} , \quad (3.2)$$

3. Технічна продуктивність Q_m

$$Q_m = \frac{1}{(t_p + t_x + t_{ecn}) + \sum t_c} . \quad (3.3)$$

4. Фактична продуктивність Q_f

$$Q_f = \frac{1}{T_u + \sum t_{np}} = \frac{1}{(t_p + t_x + t_{ecn}) + (\sum t_c + \sum t_{ope} + \sum t_{nep})} . \quad (3.4)$$

Чим частіше і триваліше простой, тим нижча продуктивність.

Продуктивність автоматичних ліній з різними агрегатами

Такі лінії можуть мати жорстке з'єднання між агрегатами без міжопераційних накопичувачів відставання, або вони можуть мати гнучкий зв'язок з установкою таких накопичувачів.

Технічне виконання

$$Q_{m1} = \frac{1}{t_p + t_x + t_{ecn} + \sum t_c} \quad (3.5)$$

Отже, циклова продуктивність цих ліній

$$Q_{u2} = \frac{p}{T_u} = \frac{p}{t_p + t_x + t_{ecn}} . \quad (3.6)$$

Дві основні модифікації ліній використовуються в умовах масового виробництва:

- 1) паралельні лінії послідовної дії;
- 2) послідовні лінії паралельної дії.

Технічні характеристики лінії першої модифікації

$$Q_{m3} = \frac{P}{\frac{t_{p0}}{q} + t_x + t_{ecn} + t_c q} = \frac{P}{T_{\psi} + t_c q} \quad (3.7)$$

Технічні показники для лінії другої модифікації

$$Q_{m3} = \frac{P}{\frac{t_{p0}}{q} + t_x + t_{ecn} + t_c qP} = \frac{P}{T_{\psi} + t_c qP} \quad (3.8)$$

Якщо багатопотоковий АЛ ділиться на частини за допомогою методу рівних втрат, доцільно визначити продуктивність вихідної частини.

$$Q_{m3} = \frac{P}{T_{\psi}} \frac{1}{1 + \frac{Bq}{n_y} W} \quad (3.9)$$

Надійність в автоматизованому виробництві

Надійність — це здатність машин і механізмів виконувати певні функції та зберігати експлуатаційні показники в певних межах у часі відповідно до встановлених режимів і умов використання. Надійність автоматизованих систем - це здатність безперебійно виробляти відповідну продукцію в обсязі, встановленому програмою, протягом усього терміну служби.

Надійність, довговічність і ремонтпридатність є основними характеристиками, які визначають надійність машини.

Показники та процедури оцінки надійності

Приватні показники надійності оцінюють надійність, ремонтпридатність і довговічність окремо, а комплексні (узагальнені) показники оцінюють кожну з трьох характеристик.

Функція надійності $P(t)$ є окремим показником надійності.

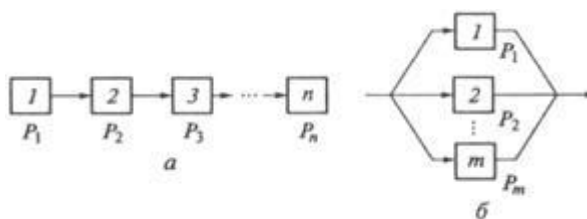
$$P(t) = e^{-\int_0^t \omega(t) dt} \quad (3.10)$$

Технічний ресурс:

$$R = \sum_{i=1}^n t_{\text{поби}} = T - \sum_{i=1}^n \theta_{\text{спі}} \quad (3.11)$$

Надійність складних багатоелементн. систем

Структурні схеми широко використовуються для розрахунку надійності складних систем для поділу на окремі елементи, по кожному з яких можна визначити ймовірність безаварійної роботи. У цих схемах кожен i -й елемент має ймовірність P_i часу безвідмовної роботи протягом певного періоду часу. На основі цих даних можна визначити ймовірність безаварійної роботи $P(t)$ для всієї системи



З незалежністю від збоїв ймовірність безаварійної роботи такої системи дорівнює добутку ймовірностей безаварійної роботи її компонентів:

$$P(t) = P_1 P_2 \dots P_n = \prod_{i=1}^n P_i \quad (3.12)$$

Надмірність може використовуватися для підвищення надійності складних систем, коли резервна копія виконує свої функції, і елемент не припиняє роботу.

Надійність технологічного обладнання

Технологічна надійність визначається як здатність обладнання зберігати значення показників, що оцінюють якість виконання технологічного процесу, у визначених межах і в певний час.

Якісні показники технологічного обладнання включають геометричну точність, жорсткість, вібростійкість та інші характеристики, які оцінюють точність обробки, якість поверхні та фізичні характеристики матеріалу заготовки. Автоматичне регулювання та саморегулювання параметрів є одними

з найефективніших методів підвищення технологічної надійності обладнання. Коли цей метод використовується, системи саморегуляції, структура яких залежить від швидкості впливу різних процесів на параметри обладнання, автоматично відновлюються змінені параметри.

Управління та діагностика автоматизованого виробництва

Заходи, спрямовані на забезпечення надійної роботи автоматизованих систем, передбачають постійний або періодичний контроль за ходом технологічних процесів, які впроваджуються в цих системах. Сучасне виробництво використовує такі функції, як мікропроцесори, лазерні системи та інші.

Контроль — це процес перевірки, чи відповідає об'єкт технічним вимогам. Під об'єктом технічного контролю розуміється продукція, яка піддається контролю, процеси створення, використання, транспортування, зберігання, ремонту та обслуговування, а також відповідна технічна документація.

Таким чином, об'єктом може бути як продукт, так і процес створення.

Оснащення обладнання засобами діагностики є важливою умовою ефективної роботи в автоматизованому режимі та швидкого відновлення його працездатності.

Організація автоматизованого управління у виробничих системах.

Контроль АВ може бути проміжним або безпосередньо під час операції, заключним або післяопераційним. Всі частини технологічної системи, включаючи деталь, ріжучий інструмент, пристрій і саме обладнання, повинні бути піддані автоматизованому контролю. Хоча методи непрямого контролю більш широко використовуються в інструментах контролю для діагностики стану обладнання, методи безпосереднього контролю є перевагою.

Однією з найпоширеніших форм технічного контролю є обробний контроль, який дозволяє підвищити якість продукції, що випускається, одночасно збільшуючи продуктивність праці. Таким чином, розробляються системи, які можуть працювати самостійно.

Саморегулюючий контроль - це тип контролю, при якому настройки засобів управління автоматично адаптуються до змін умов експлуатації, щоб

забезпечити точність у разі непередбачуваних зовнішніх і внутрішніх збурень.

Автоматизований контроль деталей і виробів

Три види контролю здійснюються прямо на місці обробки:

- Встановлення заготовки в пристрій;
- Розмір виробу, який знаходиться прямо на верстаті;
- Контроль вихідної частини

Заготовку можна контролювати на конвеєрі перед верстатом або на верстаті безпосередньо перед обробкою. У першому випадку можуть використовуватися датчики положення на конвеєрах або спеціальні вимірювальні установки з роботами. Безконтактні датчики положення (сенсорні датчики) фіксують відхилення фактичного положення вимірюваної поверхні від запрограмованого або відхилення між вимірюваною поверхнею та умовною базою.

Безконтактні датчики включають лазерні датчики, оптичні лічильники та датчики зображення, також відомі як технічні зірки. Хоча дистанційне керування заготовками та деталями під час транспортування не зменшує тривалість виробничого циклу, більш ефективним є керування заготовками та деталями безпосередньо на верстаті. Зменшення тривалості обробки значно покращує якість, значно впливаючи на процес.

Діагностика технологіч. системи

Оснащення обладнання засобами діагностики є важливою умовою ефективної роботи в автоматизованому режимі та швидкого відновлення його працездатності.

Технічна діагностика (ТД) — це процес визначення технічного стану об'єкта діагностики (ОД) з певною точністю в обмеженій кількості даних у певний час.

ТД вирішує такі завдання:

- оцінка ефективності технічних пристроїв;
- визначення різновидів відмови;
- розробка способів виявлення, розпізнавання та прогнозування прихованих дефектів без трудомісткого розбирання технічних пристроїв або без.

Складальні роботи в машинобудуванні складають 20–50% загальної трудомісткості виготовлення продукції. На машинобудівних заводах із загального обсягу складальних робіт 60-70% складальних операцій виконуються вручну; 20-30% складальних операцій виконуються механізовано; і лише 7-10% складальних операцій виконуються автоматично

Зі світового досвіду відомо, що автоматизація складальних процесів покращує продуктивність і якість продукції, скорочує кількість робітників, необхідну площу цеху та собівартість виробів. Таким чином, автоматизація монтажних робіт повинна зменшити трудомісткість процесу. Механізація та автоматизація обробки деталей ТП відстають від складальних процесів. Застосування невеликої автоматизації, яка автоматизує окремі складальні операції, покращує умови праці працівників і підвищує якість виробів, але не зменшує кількість працівників, які складають. Таким чином, вибіркова автоматизація не має значного впливу.

Комплексна автоматизація всіх основних і допоміжних складальних робіт є найвищим етапом. Таким чином вони автоматизують всі операції, пов'язані зі складанням агрегату або виробу, за допомогою ліній або автоматів, які виконують це без участі людини. Контроль правильної роботи пристроїв, регулювання та завантаження бункерів деталями є обов'язками працівників-регулювальників.

Використання автоматичних ліній для виконання всього комплексу складальних операцій дає найбільший техніко-економічний ефект від комплексної автоматизації складальних процесів.

Недостатня технологічність зібраних виробів, відсутність стандартних пристосувань для автоматизації складання, нестабільність розмірів зібраних деталей виробу та високі капітальні та фінансові витрати на переозброєння підприємств є причинами низької механізації та автоматизації складальних процесів у російському машинобудуванні.

Існує ймовірність того, що добре зібрана конструкція виробу при ручному складанні може не підійти для автоматичного складання. Наприклад, складність конструкції та різноманітність зібраних деталей сучасних газотурбінних

двигунів роблять їх неможливими для автоматизації. Основним перешкодою на шляху до автоматизації складальних процесів є необхідність розробки та виготовлення спеціального обладнання для кожного заводу. Виготовлення автоматизованих складальних пристроїв ускладнюється цим і є дорогим.

При розробці автоматизованих складальних процесів для конкретного виробу необхідно вирішити багато питань. Серед них є вибір найкращого процесу складання; гарантування заданої точності, надійності та працездатності пристроїв; вибір типу складального обладнання та його розмірів; і визначення необхідних темпів роботи обладнання. Всі перераховані питання потребують творчого підходу, оскільки вони не мають стандартизованих алгоритмів вирішення. Однак можна виділити деякі загальні риси, які стосуються різних продуктів. Наприклад, під час розробки слід приділяти належну увагу використанню типових і групових автоматизованих технологічних складальних процесів. Великосерійне, масове, групове виробництво використовує типові складальні процеси. Як наслідок, вони можуть бути реалізовані, якщо зібрані компоненти будуть стандартизовані, уніфіковані та більш технологічні.

Коли ви розробляєте автоматизовані складальні процеси, ви повинні розробити стандарти для конкретного пристрою, з якого можна збирати різні автомати та лінії. В цьому випадку робота автоматизованих складальних пристроїв значно скорочується, а час, необхідний для їх реалізації на заводах, значно скорочується.

Реконструйовані складальні верстати з кількома програмними системами управління необхідні для успішної автоматизації серійного виробництва. Це також вимагає вивчення досвіду налаштування автоматизованих пристроїв, а також вивчення надійності та відмов автоматичного складального обладнання на підприємствах, де воно вже використовується.

У серійному виробництві вузли ТП засновані на принципі мобільно-поточної організації, яка забезпечує:

- поділ всієї апаратної збірки на кілька послідовних у часі і вбудованих у просторі складальних операцій, які виконуються операторами складання в певному комплексі монтажних робіт;

- використання спеціальних транспортних пристроїв для переміщення зібраних вузлів між складальними пристроями та забезпечення певної швидкості складання;
- для складання виробів використання спеціальних транспортних пристроїв для транспортування деталей і компонентів на основну складальну лінію;
- механізація та автоматизація технологічних процесів за допомогою спеціалізованих інструментів і пристроїв;
- використання механічних складальних цехів для механічної обробки деталей і частин виробів.

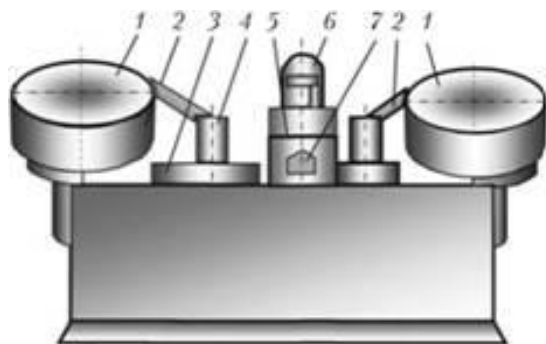
Поточна збірка всіх компонентів на основній складальній лінії здійснюється з готових зібраних вузлів і вузлів, з'єднаних між собою кріпильними елементами, коли використовується цей метод виробництва.

Застосування потокової збірки, яка переважно використовується на пересувних транспортних пристроях (конвеєрах), на всіх етапах виробництва дозволяє розділити збірку виробів на підвузлові, вузлові та загальні.

За типом роботи складальні конвеєри поділяються на безперервні та періодичні. Перші періодично переміщують зібрані деталі або вироби між робочими точками складання через певні відстані, які відповідають рівним темпам складання. Вони широко використовуються в масовому виробництві, оскільки рухаються безперервно.

Тип і конструкція складальних ліній визначаються відповідно до конструкції зібраних агрегатів або виробів і визначеної програми випуску. Автоматизація окремих операцій у серійному виробництві досягається шляхом оснащення виробництва механізованим складальним інструментом, електричними та пневматичними підйомниками, спеціальними механізмами та пристроями для пересування, клепки, пайки, зварювання, фарбування та управління зібраним агрегатом. Автоматизуйте збірку елементів, як простих, так і складних.

Залежно від типу вузла використовуються спеціальні стенди з пневматичними і ексцентричними пресами для натискання на ролики шестерень і втулок. Схеми типових автоматичних і напівавтоматичних складальних одиниць для збірки Технологічне та складальне обладнання можуть бути повністю автоматизовані. Складальна машина — це пристрій, який може виконувати всі прийоми складального процесу, такі як видача деталей, переміщення, орієнтація, з'єднання та іноді фіксація. Автоматичне складання може відбуватися на одній або кількох робочих позиціях складальної одиниці (автомата) або на автоматичній лінії, що складається з окремих підрозділів. Складальний напівавтомат — це пристрій, який виконує частину процесу складання автоматично, а решту вручну. Як показало дослідження конструкцій автоматичного складального обладнання, його складові частини є стандартними. Розглянемо схему однопозиційної складальної машини (рис. 3.1) Він складається з автоматичного бункера, також відомого як магазинний пристрій 1, який містить запас зібраних деталей. Деталі надходять у лоток 2 з бункера по одній штуці за раз в орієнтованому положенні. Вони досягають магазину 4 після проходження, який призначений для зберігання невеликого запасу деталей і безперебійної доставки їх в годівницю. Складальне положення 5 містить деталі магазину 4 в орієнтованому вигляді з заданим ритмом. Спеціальний пристрій 7 утримує деталі в певному положенні в положенні збірки 5 до моменту сполучення. Установочна позиція 5 може містити 6 механізмів для закріплення деталей, таких як прес, зварювальний апарат і т.д., залежно від типу з'єднань. Спеціальний розвантажувальний механізм переміщує зібрані агрегати з позиції 5 (відсутній на малюнку). У конструкції складальної машини є система, яка контролює роботу її складових частин. Він може бути вбудований у машину або встановлений на окрему панель управління. Для автоматизованого складання з кількома позиціями обладнання включає механізм переміщення агрегату між усіма позиціями збірки.



- 1 – бункер; 2 – лоток; 3 – двигун;
- 4 – бункер; 5 – монтажне положення;
- 6 – механізми кріплення;
- 7 – пристрій орієнтування

Рисунок 3.1 – Схема компоновання однопозиційного складального автомата

Наразі використовуються наступні види складального обладнання для автоматизації складання ТЗ.

1. Для створення простих частин, що складаються з невеликої кількості деталей, використовуються однопозиційні напівавтоматичні складальні машини. На місці складання вручну встановлюються основна деталь і деякі складні автоматичні деталі. Решта подається з бункерів і автоматично встановлюється на агрегат у визначений порядок. Зібраний вузол видаляється вручну або за допомогою пристрою автоматичного викиду.

2. Однопозиційні складальні машини автоматично передають зібрані компоненти з бункерів у складальне положення агрегату. Крім того, вузол автоматично знімається з місця збірки. Цей пристрій можна інтегрувати в автоматичні складальні лінії.

3. Більш складні агрегати з великою кількістю переходів і різними методами складання можна створити за допомогою багатопозиційних напівавтоматичних складальних машин. Вони мають поворотний стіл, на якому встановлюються складальні пристрої, які фіксують деталі агрегату, який було зібрано. Розділовий пристрій повертає таблицю під певним кутом через певний проміжок часу в залежності від кількості позицій. Вручну в пристрій встановлюються основні компоненти та деталі, які важко доставити з бункера в складальне положення. На рис.3.1 Схема роботи складального напівавтомата з круглим столом на позиціях 2, 3, 4, 5, 8, 9 показує пристрої для складання збірки. Півавтоматичні верстати цього типу збирають прості агрегати за один оборот столу.

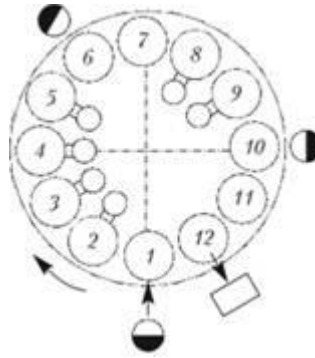


Рисунок 3.2 – Орієнтовна схема складання підвузлів на напівавтоматі:

- 1 – положення для ручного завантаження основної частини підвузла;
- 2, 3, 4, 5, 8, 9 – складальні позиції, куди подача деталей з бункерів і збірка здійснюються автоматично;
- 6, 10 – позиції для ручного складання;
- 7 – положення для автоматичного управління збіркою;
- 11 – положення для автоматичної продувки і змащення;
- 12 – положення для автоматичного зняття зібраного агрегату

Агрегати середньої складності виготовляються за допомогою багатопозиційних складальних машин. Всі деталі, які знаходяться в положенні, автоматично подаються з бункерних або журнальних навантажувальних пристроїв. Зібраний вузол знімається автоматично.

На рисунку показано схему роботи багатопозиційного складального верстата з круглим столом (рис.3.3). Агрегат автоматично збирається на позиціях 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 і автоматичні пристрої передають деталі для складальних позицій. На позиціях 5 і 11 здійснюється автоматичне управління, деталі продувають на позиції 10, а позиція 12 використовується для розвантаження.

Більш складні вузли або вироби складаються за допомогою автоматичних і напівавтоматичних ліній. Використовуються як лінійні, так і замкнуті контури складального обладнання (рис. 3.4) Автоматичні лінії включають напівавтоматичне або автоматичне обладнання, яке використовується як універсальне, так і спеціальне. Зібрані вузли або вироби встановлюються та фіксуються в супутникових пристроях, які з'єднані замкнутим контуром. Через

певний час ці пристрої періодично переміщуються між місцями збірки. На початку лінії встановлюється основна частина, а потім знімається готовий агрегат. Супутники повертаються в положення збірки за допомогою нижньої гілки замкнутого контуру.

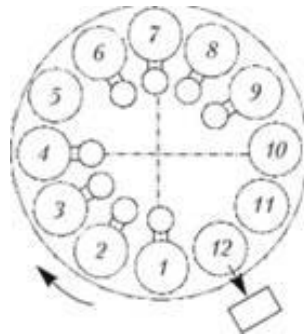


Рисунок 3.3 – Процес складання вузлів, вузлів на багатопозиційних складальних машинах: 1–4, 6–9 – позиції автоматичного складання агрегату, на які деталі поставляються автоматичними пристроями; 5, 11 позицій автоматичного управління; 10 – положення продувки; 12 – положення вивантаження

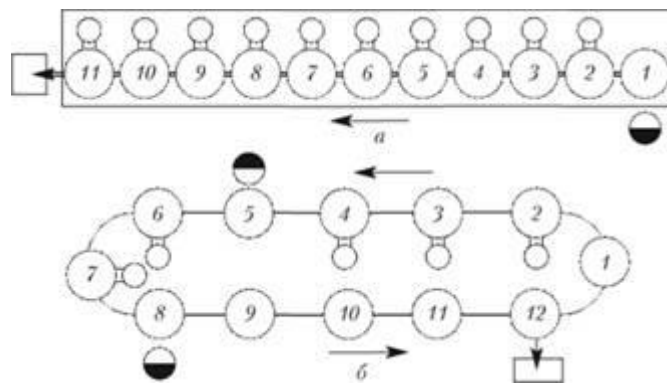


Рисунок 3.4 – Схеми складання агрегатів на автоматичній або напівавтоматичній лінії: а – з лінійним розміщенням складального обладнання: 1 – ручне положення завантаження; 2–11 – позиції автоматичного складання агрегату; б – при закритому розміщенні обладнання: 1 – положення ручного завантаження; 2–4, 6, 7 – позиції автоматичного складання з автоматичною подачею деталей з бункерів; 5, 8 – ручні положення збірки; 9 – положення продувки; 10 – контрольне положення; 11 – положення змащення; 12 – положення вивантаження зібраного агрегату

Великі одиниці або товари складаються напівавтоматичними складальними лініями з кроковим стрижневим конвеєром (рис. 3.5).

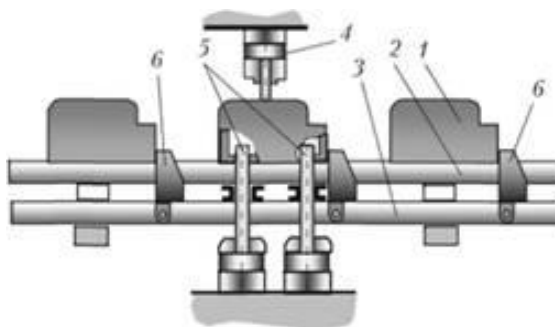


Рисунок 3.5 – Схема напівавтоматичної складальної лінії для складання вузлів з кроковим стрижневим конвеєром: 1 – складальна одиниця; 2 – напрямні; 3 – штанга; 4 – затиск; 5 – фіксація пальців; 6 – зажим

Перше складальне положення лінії вимагає установки основної частини вручну або за допомогою підйомних пристроїв. Складальні одиниці 1 переміщуються між положеннями по напрямних брусах 2 собаками 6, які закріплені в штангу 3, і подаються у відповідне положення, де вони фіксуються пальцями 5 і гідравлічними затискачами 4 одночасно у всіх вузлових положеннях.

Перше складальне положення лінії вимагає установки основної частини вручну або за допомогою підйомних пристроїв. Складальні одиниці 1 переміщуються між положеннями по напрямних брусах 2 собаками 6, які закріплені в штангу 3, і подаються у відповідне положення, де вони фіксуються пальцями 5 і гідравлічними затискачами 4 одночасно у всіх вузлових положеннях.

Для проектування складальних машин, напівавтоматичних верстатів, транспортних засобів, кінцевого компонування складальної лінії та кількості обслуговуючих працівників необхідно використовувати технічно і економічно обґрунтований варіант автоматизації складання ТП виробу.

Невеликі деталі або вузли складаються за допомогою роторів. Технологічний процес складання відбувається безперервно, без періодичних зупинок одного або декількох багатопозиційних столів (роторів), які з'єднані в

одну систему. На цих столах розташовані складальні пристрої, які складають вироби, які встановлюються в них. На рис. 3.6 містить алгоритм роботи монтажної машини роторного типу.

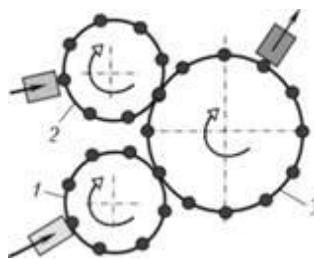


Рисунок 3.6 – Схема роторної складальної машини: 1, 2 – головки живильних роторів; 3 – ротор

Спеціальні транспортні (живлять і знімають) ротори використовуються для переміщення зібраних товарів з одного складального ротора в інший. Вони отримують деталі з бункерних або складських навантажувальних пристроїв. Пресування, бісероплетіння, опресовування та інші складальні операції можна виконувати на автоматичних роторних складальних установках або лініях, а також керувати агрегатами за певними розмірами.

Роторні вузли машин мають два або три живильних ротора, розташованих послідовно проти відповідних положень, коли вузли складаються з кількох деталей.

Роторні автомати можуть мати автоматичні вимірювальні прилади, які дозволяють точно розташовувати зібрані деталі.

На автоматичних складальних лініях між складальними одиницями немає резервів, оскільки інструменти та механізми не вимагають постійного перегляду та регулювання. Налагодження та налагодження виконуються між змінами.

Напівавтоматичні складальні машини можуть керуватися децентралізованою або централізованою системою.

Будь-яка система контролю повинна забезпечити:

- функціонування верстата або складальної лінії в певному ритмі;
- робота всіх компонентів машини або всього обладнання складальної лінії одночасно;

- блокування вузлів або лінії машини, щоб запобігти шлюбу або поломці;
- контроль якості вузлів, які були зібрані.

У централізованих системах управління використовуються командні пристрої з безперервно або періодично обертається розподільним валом з кулачками. Ці пристрої безпосередньо або за допомогою проміжних з'єднань керують роботою технологічних і допоміжних органів. Циклограма роботи автомата або автоматичної складальної лінії є основою для розробки систем управління.

Дуже складні складальні машини та автоматичні лінії керуються за допомогою децентралізованих систем управління. Після отримання сигналу про завершення попереднього вони дозволяють включення будь-якого виконавчого органу. Перемикачі можуть передавати сигнали у функції або у функцію часу за допомогою реле часу.

Комплексна автоматична збірка є найбільш досконалим типом потокової автоматичної збірки. Автоматика виконує різноманітні операції механічної обробки, очищає та наповнює зібрані вузли мастилом, виконує всі складальні операції та види контролю. Розміри інтерфейсів, отримані під час складання, зазори та взаємне положення деталей у зібраному агрегаті контролюються. Зібрані машини перевіряються на герметичність під час гідравлічних або пневматичних випробувань, а також на відповідність технічним вимогам.

На автоматичній складальній лінії зібрані вузли транспортних пристроїв повинні рухатися відповідно до зазначеної швидкості складання.

Автоматична складальна лінія може включати наступні пристрої: бункерні або штабельні навантажувальні пристрої, живильники, транспортні пристрої, пристрої для установки та затискання вузлів, розділово-фіксуєчі, контрольно-вимірювальні та складальні пристрої тощо, залежно від конструкції агрегату або виробу.

Установка деталей і вузлів у початковому і кінцевому положеннях вимагає ретельної перевірки.

Автоматичні складальні лінії повинні мати пристрої, які можуть припинити роботу, якщо деталь відсутня або знаходиться неправильно на одному з місць збірки. Такі пристрої включають упори з електроконтактними або пневматичними датчиками для дрібних деталей і фотоелементи для великих деталей.

Автоматична складальна лінія централізованої системи управління зупиняється через роботу запірною пристрою, якщо деталь розташована неправильно або відсутня. При децентралізованій системі, якщо виявиться дефект на одному з положень, лінія зупиняється, а несправний вузол переміщується транспортним пристроєм у наступне положення. Однак у наступних операціях виконавчі органи не виконують монтажні роботи, якщо вони не отримують відповідного сигналу від попереднього. Якщо зібраний агрегат має дефект під час будь-якої складальної операції, він проходить всі наступні операції, але на ньому не проводяться монтажні роботи, і після закінчення лінії він переходить у брак.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги охорони праці під час виконання мідницьких робіт

При виконанні мідницьких робіт можуть мати місце такі основні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- термічні чинники (вибухи паливних баків, ємностей з-під легкозаймистих і горючих рідин, паяльних ламп; опіки кислотою, припоєм, полум'ям);
- падіння радіаторів і паливних баків;
- наявність в повітрі робочої зони шкідливих речовин (аерозолі свинцю, пари кислот, вуглецю оксиду).

Мідницькі роботи повинні виконуватися в спеціально відведеному приміщенні, оснащеному устаткуванням, пристосуваннями і інструментом згідно нормативно-технологічної документації.

Мідницькі роботи повинні виконуватися при працюючій вентиляції.

Робочі місця при проведенні паяльних робіт мають бути очищені від горючих матеріалів.

При пайці паливних баків і ємностей з-під легкозаймистих і горючих рідин необхідно дотримуватися таких вимог: злити залишки палива через зливний отвір, промити їх гарячою водою, пропарити парою, знову промити гарячою водою з каустичною содою, просушити гарячим повітрям до повного видалення слідів легкозаймистих і горючих рідин. Паяння слід виконувати при відкритій горловині (люках) і зливних пробках.

Паяти радіатори, паливні баки і інші великі деталі необхідно на спеціальних підставках (стендах), обладнаних піддонами для набрякання припою.

Прочищаючи трубки радіатора шомполлом, не слід тримати руки на протилежній стороні трубки.

Паяльні лампи перед початком роботи і періодично, не рідше одного разу в місяць, повинні підлягати огляду і перевірці на герметичність з наступною реєстрацією в спеціальному журналі. Несправні лампи необхідно здавати в ремонт.

При роботі з паяльною лампою необхідно дотримуватися наступних вимог:

- перед розпалюванням перевірити її справність;
- резервуар лампи не повинен мати тріщин і запаювань легкоплавкими припоями;
- пробка наливного отвору має бути закручена повністю;
- гасити полум'я паяльної лампи слід тільки вентиляем.

При роботі з паяльною лампою забороняється:

- розпалювати несправну паяльну лампу;
- заливати лампу пальним більш ніж на 3/4 місткості її резервуару;
- заправляти паяльну лампу пальним, виливати пальне або розбирати паяльну лампу ближче чим 3 м від відкритого вогню;
- підвищувати тиск в резервуарі лампи при накачуванні повітря більше допустимого робочого тиску згідно паспорта;
- працювати з лампою, що не пройшла періодичну перевірку.

При виявленні просочування палива, деформації резервуару лампи і інших несправностей необхідно негайно припинити роботу з нею.

При використанні газових пальників при пайці необхідно дотримуватися вимог Правил безпеки в газовому господарстві.

Свинець і кольорові метали необхідно плавити тільки у витяжній шафі. Посудину з розплавленим металом забороняється ставити на сиру підлогу.

У приміщенні, де виконуються мідницькі роботи, повинні завжди знаходитися розчини для нейтралізації кислоти.

4.2 Пожежна безпека на дільниці технологічного процесу

Обладнання на дільниці розміщене згідно технологічного процесу.

Переміщення деталей здійснюється вручну або транспортними візками, якщо вага деталей велика.

Стіни дільниці – цегляні, поштукатурені та пофарбовані в білий колір вогнестійкою фарбою.

Усі транспортні роботи, які найбільш важкі – механізовані.

Передбачено заземлення усіх каркасів електрообладнання, а також виключена можливість одночасного дотику до незаземлених частин обладнання. На всіх стендах передбачена захисна огорожа частин, що обертаються.

На робочих місцях передбачені міцні дерев'яні решітки. Споруда має блискавковідвід. На частині обладнання передбачений релейний захист.

Санітарно-гігієнічні умови. У проекті передбачені заходи, скеровані на покращення виробничої санітарії і гігієни праці. У цеху передбачено центральне водяне опалення для забезпечення необхідної температури повітря у приміщенні в холодну пору року.

У виробничих приміщеннях є комбінована система повітряного обміну. Місцева вентиляція передбачена у місцях виділення пилу, газів. Для усіх робочих передбачається спецодяг.

Пожежна безпека споруди забезпечується підбором і компоновкою вогнестійких будівельних конструкцій. В зоні є центральна водяна система опалення і примусово-витяжна вентиляція, що відповідає вимогам пожежної профілактики. Теплоносієм є вода з температурою до 120 °С. Усі калорифери системи опалення передбачені з дерев'яними решітками. У витяжних вентиляційних пристроях передбачені елементи, які не допускають утворення іскор. На усіх електроустановках передбачені автоматичні вимикачі, які спрацьовують у випадку короткого замикання.

На дільницях є спеціальні місця, на яких розміщуються аптечки з медикаментами. Об'єм і площа на одного працюючого відповідає санітарним нормам ДБН В.2.2-28-2010 “Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення”.

Для створення найбільш сприятливих умов для підвищення продуктивності праці, зменшення захворювання робітників передбачається примусова витяжна вентиляція. В зонах дільниці передбачені щити для заочної агітації. Для створення максимальних зручностей у роботі матеріали, інструменти і приспособлення передбачені у найбільш доступних для працюючих місцях.

На підприємствах згідно системи стандартів безпеки праці приділяється багато уваги захисту довкілля, що пов'язано з охороною праці. Більший розвиток отримали автоматизація і механізація виробничих процесів, і в першу чергу тих, які пов'язані з шкідливими умовами для праці людини.

Для захисту органів дихання служать фільтруючі засоби, які очищують повітря, яке вдихається людьми від часток пилу і які ізолюють органи дихання від навколишнього повітря промислового середовища. Велике значення по попередженню отруєнь має регулярний контроль стану повітряного середовища, який повинні проводити санітарні лікарі.

Для очищення повітря від шкідливих твердих і газових речовин використовується різне обладнання: ротаційні прилади, різні фільтри, камерні пиловловлювачі та інші. Норми допустимих концентрацій отруйних речовин, що використовуються в виробництві, або які є продуктом технологічних процесів, числяться в санітарних нормах ДСП 176-96 "Санітарні норми проектування промислових приміщень" і ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Основними причинами запалювання матеріалів та виникнення пожежі можуть бути:

- несправність опалювальних приладів;
- несправність електричного обладнання;
- пошкодження ізоляції високовольтних проводів;
- куріння в недозволених місцях;
- засмічення постів матеріалами, які легко спалахують. На дільниці обладнання розміщене рівномірно по усій площі цеху, є широкі проходи і проїзди.

Питома площа на одного працюючого відповідає санітарним нормам ДСП 173-96. В усіх приміщенні дільниці передбачені вогнегасники ВП-10 та ВВ-2 з розрахунку: один вогнегасник на 50 м² площі. Проходи для евакуації людей повністю відповідають вимогам ДБН В.1.1-7-2002 “Пожежна безпека будівельних конструкцій, степінь вогнестійкості об’єктів будівництва”. Для гасіння пожежі передбаченні скрині з піском об’ємом 0,5 м³ з розрахунку 1 скриня на 100 м² площі. Передбачений пожежний водопровід високого тиску з системою стояків, на яких встановлені пожежні крани.

ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено та запропоновано удосконалення технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту обігрівача електродвигуна Citroen C-Elysee. Збільшення надійності обігрівача, скорочення терміну служби та оптимізація витрат на обслуговування були основними цілями дослідження.

Проаналізовано існуючі методики, виявлено основні недоліки та розроблено низку технічних і організаційних рішень для підвищення ефективності технологічних процесів. У ході дослідження впроваджено сучасні матеріали та діагностичні технології, що дозволяють точніше визначати потенційні несправності та запобігати їх виникненню.

Результати випробувань показали, що запропоновані удосконалення можуть зменшити частоту аварій на 25 відсотків і витрати на ремонт на 30 відсотків. Крім того, вдалося скоротити час ремонту обігрівача на 20% за допомогою оптимізації процесів.

Запропоновані рішення можуть бути корисними для автосервісів, які спеціалізуються на обслуговуванні та ремонті Citroen C-Elysee. Ці рішення також можуть бути адаптовані для інших моделей автомобілів. Це не тільки підвищить якість обслуговування, але й дасть вам додаткову перевагу перед конкурентами на ринку автосервісів.

Дана робота демонструє, як різні проблеми, які виникають в автомобільній індустрії, можна вирішити за допомогою комплексного підходу та використання сучасних технологій, що підвищує продуктивність і безпеку технічного обслуговування.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, А.Б. Гупка, Ів.Б. Гевко, М.Г. Левкович. – Тернопіль: Видавництво ФОП «Паляниця В.А», 2023. – 61 с.
2. Citroen C-Elysee. Посібник з ремонту та експлуатації. – Видавництво «Моноліт», 2012. – 115 с.
3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / 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.
4. 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.
5. 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. –302 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт» / Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. -Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.
8. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. / Кисляков В.Ф., Лушик В.В. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.

9. 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.

10. 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.

11. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

12. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. 2-ге вид., стер. – Суми.: Універсальна книга. – 2015. – 376 с.