

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: „Оцінення показників трудомісткості технологічного процесу
регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН
Україна» Яворівського району Львівської області”

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-63
Спеціальності 208 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Раткевич Олександр Олексійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарібур А.О.
(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: _____
(Прізвище та ініціали)

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА
“ ____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Раткевичу Олександрю Олексійовичу

1. Тема роботи: **„Оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 12.09.2024 року № 616/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.12.2024 року.

3. Вихідні дані: 1. Аналіз виробничих умов; 2. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта регенерації; 3. Методика визначення множини і тривалості елементарних технологічних операцій; 4. Методика математичного опрацювання статистичних даних; 5. Початкові дані розрахунків.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Аналіз стану питання

2. Виробничі умови формування показників трудомісткості та тривалості операцій

3. Методика отримання та опрацювання вихідних даних для дослідження трудомісткості технологічного процесу регенерації

4. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Техніко-економічна оцінка технологічного процесу регенерації

Висновки та пропозиції.

Бібліографічний список.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4, 6	Шарибура А.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича			
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання першого розділу</i>	<i>12.09.24-25.09.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Виробничі умови формування показників трудомісткості та тривалості операцій»</i>	<i>26.09.24-12.10.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Методика отримання та опрацювання вихідних даних для дослідження трудомісткості технологічного процесу»</i>	<i>13.10.24-25.10.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу»</i>	<i>26.10.24-12.11.24</i>	
5.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	<i>13.11.24-20.11.24</i>	
6.	<i>Написання розділу: «Техніко-економічна оцінка технологічного процесу ремонту»</i>	<i>21.11.24-30.11.24</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>1.12.24-10.12.24</i>	

Студент _____ Олександр РАТКЕВИЧ
(підпис)

Керівник роботи _____ Андрій ШАРИБУРА

УДК: 631.3.004

Кваліфікаційна робота: 85 с. текст. част., 22 рис., 5 табл., слайдів., 22 джерел.

Оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області.

Раткевич О.О. Кафедра АТС ім. проф. Олександра Семковича. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

Здійснено аналіз діяльності Дочірнього підприємства «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» яке розміщене в с.м.т. Краківець Яворівського району Львівської області. Проведено аналіз організаційної структури та особливостей його функціонування .

Проаналізовано виробничі умови формування показників трудомісткості та тривалості операцій та показники якими вони оцінюється.

Подано методики аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту, визначення множини і тривалості елементарних технологічних операцій та правила побудови графічної моделі процесу та математичного опрацювання статистичних даних.

Встановлено час на виконання технологічних операцій розбирання, складання та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна».

Проаналізовано умови праці, побуту і профілактики травматизму у підприємстві, розроблено логіко-імітаційну модель травм на виробництві.

Виконано техніко-економічну оцінку технологічного процесу регенерації автомобільних стартерів.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ	9
1.1. Аналіз об'єкта дослідження	9
1.2. Структура та функціонування підприємства	10
1.3. Аналіз технологічного процесу регенерації стартера	16
Висновки до розділу 1	23
2. ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ	24
2.1. Одиничні і комплексні властивості надійності	24
2.2. Ймовірні причини втрати роботоздатності об'єкта	29
2.3. Поняття трудомісткості технологічного процесу	31
Висновки до розділу 2	35
3. МЕТОДИКА ОТРИМАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ	36
3.1. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту ...	36
3.2. Методика визначення множини і тривалості елементарних технологічних операцій та правила побудови графічної моделі процесу .	42
3.3. Методика математичного опрацювання статистичних даних	46
Висновки до розділу 3	51
4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ	52
4.1. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів	52
4.2. Результати оцінення показників трудомісткості удосконаленого технологічного процесу регенерації стартерів	55
Висновки до розділу 4	59

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
5.1. Положення охорони праці на ремонтних підприємствах	60
5.2. Моделювання процесів виникнення аварій та травм	63
5.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм	66
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях	67
Висновки до розділу 5	71
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ	72
Висновки до розділу 6	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Для правильного визначення норм витрат праці необхідно детально вивчити склад і структуру виробничого процесу, оцінити умови, які впливають на тривалість окремих етапів, проаналізувати режими роботи, раціональність прийомів і знайти найкращу комбінацію умов, що дозволить мінімізувати витрати робочого часу на виконання процесу.

Основними завданнями технічного нормування є визначення науково обґрунтованих норм праці шляхом аналізу й перевірки виробничих можливостей, розробка найбільш ефективного технологічного режиму роботи та впровадження оптимальної організації праці на робочих місцях.

В умовах сучасного технічно оснащеного виробництва норми праці повинні базуватися на максимально ефективному використанні наявних технічних засобів, оптимальній інтенсивності праці та передовому виробничому досвіді. Грамотне впровадження технічного нормування потребує систематичного обліку й аналізу виконання встановлених норм, а також виявлення факторів, які впливають на продуктивність праці.

Технічно обґрунтовані норми мають відповідати рівню розвитку техніки виробництва і кваліфікації працівників, які постійно вдосконалюються. Вони повинні мотивувати робітників до ефективного використання технічних засобів і змінюватися відповідно до змін умов праці.

Мета роботи – підвищити ефективність технологічного процесу регенерації стартерів.

Завдання дослідження:

- проаналізувати стан підприємства;
- здійснити аналіз виробничих умов формування показників трудомісткості та тривалості технологічних операцій;
- розробити програму експериментів, виконати їх та опрацювати результати, які уможливають здійснити кількісну оцінку показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів;

- запропонувати шляхи удосконалення технологічного процесу регенерації стартерів з метою зменшення трудомісткості;

- виконати техніко-економічну оцінку технологічного процесу регенерації стартерів.

Об’єкт дослідження: стартери та технологічний процесу їх регенерації.

Предмет дослідження: трудомісткість технологічних операцій технологічного процесу регенерації стартерів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

- встановлено розподіли та статистичні характеристики часу на виконання технологічної операції розбирання, часу на виконання технологічної операції складання та загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів;

- встановлено відповідні розподіли та статистичні характеристики для удосконаленого технологічного процесу регенерації стартерів із використанням автоматичної машини для нанесення силікону.

Практичне значення результатів полягає у тому, що:

- встановлений розподіл та статистичні характеристики часу на виконання технологічної операції розбирання, часу на виконання технологічної операції складання та загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів є важливою передумовою для оцінки їхньої ефективності використання у підприємстві.

- встановлений розподіл та статистичні характеристики для для удосконаленого технологічного процесу регенерації стартерів створюють підстави для відповідного удосконалення в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Аналіз об'єкта дослідження

Дочірнє підприємство “Роберт Бош Продакшн Україна” (попередньо Холгер Крістіансен Продакшн Україна) має досить великий досвід в регенерації старерів оскільки працює в бізнесі з 2003 року.

У 2008 році компанія Bosch викупила Холгер Крістіансен, модернізувала його та перезапустила виробництво. Завод розташований в с.м.т. Краковець в 0,8 км від польського кордону у Львівській області.

ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” розташоване за адресою Яворівський р-н, Львівська обл., с.м.т. Краковець, вул. Михайла Вербицького, 42, (рис. 1.1).

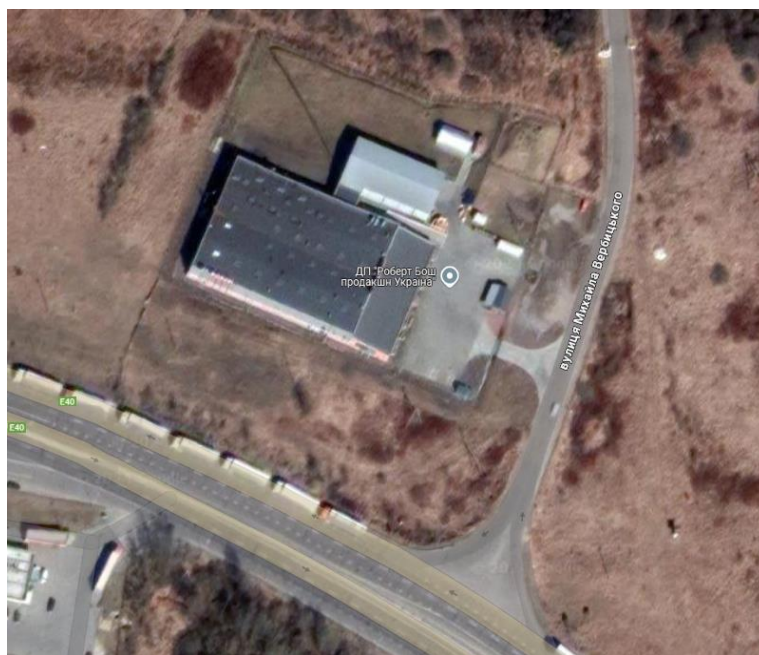


Рисунок 1.1 – Схема розміщення ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

Сама будівля зпроектована під сучасні вимоги організації підприємства. Офісні приміщення об'єднані з виробничими, харчовими, побутовими та складськими, що створює комфортні умови праці, покращує комунікацію персоналу та виробничу логістику. Відокремленими будівлями на території підприємства є склад для зберігання запасних частин до

виробничого обладнання та навантажувально-розвантажувальної техніки, а також склад для зберігання паливномастильних матеріалів.

Слід відмітити, що на підприємстві у Краковці спеціалізуються з регенерації стартерів не тільки виробництва компанії Bosch, але й також багатьох інших світових брендів таких як Ford, Mitshubishi, Hitachi, Denso, Valeo, Denso, Magneti Marelli та ін.

Загалом від початку функціонування до 2023 року було регенеровано понад чотири мільйони стартерів. На даний момент часу поточне річне виробництво перевищує 340 000 одиниць на рік. Широкий асортимент продукції включає близько 750 різних видів. До них відносяться стартери для невеликих двигунів (мотоцикли, скутери, катери) та для важкої техніки (поїзди, комбайни, трактори) та комерційних транспортних засобів.

Завод у Краковці постачає всю власну продукцію на склади у Німеччині, а далі за програмою обміну Bosch Aftermarket розповсюджує їх по автосервісах Європи.

Про якість продукції говорить той факт, що відомі світові виробники автомобілів такі як Mercedes, Toyota, Renault, BMW, CAT, також замовляють стартери (для своїх програм запасних частин), що були регенеровані на потужностях ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” в с.м.т Краковець, оскільки підприємство має усі необхідні сертифікати IATF16949 та ISO 9001.

1.2. Структура та функціонування підприємства

На сьогоднішній день на підприємстві працює 153 працівників. Що включає в себе 41 адміністративних працівники, 15 механічний відділ та підтримуючий персонал, а також 99 монтажників та працівників складу.

З такою командою вдається виготовляти потрібну кількість готової продукції з відповідною продуктивністю та високою якістю.

Адміністративний штат працівників складається директора, з відділів контролю якості, відділу закупок, інженерного відділу, технічного відділу, відділ фінансового контролю та підтримка виробництва, відділ по роботі з персоналом. Всі працівники працюють в одному офісі (Open office), що покращує комунікацію між відділами та дозволяє швидко вирішувати завдання та труднощі.

З розвитком та розширенням ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” вдосконалювалась і організаційна структура схема якої наведена на рис. 1.2.

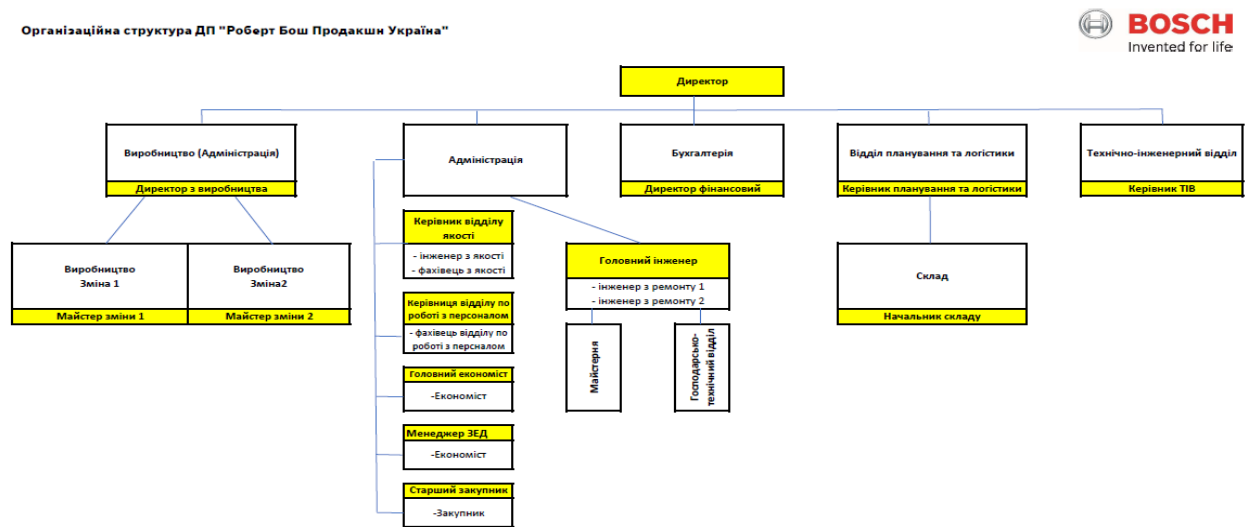


Рисунок 1.2 – Схема організаційної структури у ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

У процесі діяльності підприємства організаційну структуру було реорганізовано, створивши п'ять окремих підрозділів, кожен з яких виконує певні функціональні завдання. Водночас, за умови нерівномірного навантаження одного з підрозділів, до виконання завдань можуть залучатися працівники з інших відділів.

Організаційна структура ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” складається з наступних відділів:

Директор підприємства – визначає, формулює, планує, здійснює і координує всі види діяльності підприємства, визначає напрями його розвитку.

Виробництво (адміністрація) – складається із інженерів які відповідають за процеси по виготовленні продукції та дотримання робочих інструкцій, оптимізації процесів, планування.

Виробництво (майстри 2 зміни) – відповідають за вчасний вихід запланованої продукції у відповідній кількості та з відповідною якістю

Адміністрація:

Відділ якості – складається з керівника відділу та інженерів та фахівців з якості, які контролюють дотримання всіх принципів якості, перевіряють якість виготовленої продукції.

Відділ по роботі з персоналом – складається з керівниці по роботі з персоналом та фахівця, які відповідають за підбір персоналу, за нарахування оплати праці.

Відділ бухгалтерії – складається з головного бухгалтера та фахівців, які відповідають за забезпечує ведення бухгалтерського обліку з урахуванням особливостей діяльності підприємства і технології оброблення облікових даних.

Відділ зовнішньо економічної діяльності(ЗЕД)- складається з керівника(ЗЕД) та фахівців, які відповідають за розмитнення/замитнення запчастин та готової продукції та вчасну їх поставку.

Відділ контролю – складається з керівника та фахівців, які відповідають за контроль закупівель, продажів, фінансів, товарообліку.

Відділ закупок – складається з керівника та фахівців, які відповідають за закупівлі товарів та послуг, пошук постачальників.

Відділ планування та логістики – складається складається з керівника та фахівців, які відповідають за замовлення запчастин, відправку готової продукції, планування.

Інженерний відділ – складається з керівника та фахівців, які відповідають за розроблення креслень, пошук та затвердження нових запчастин.

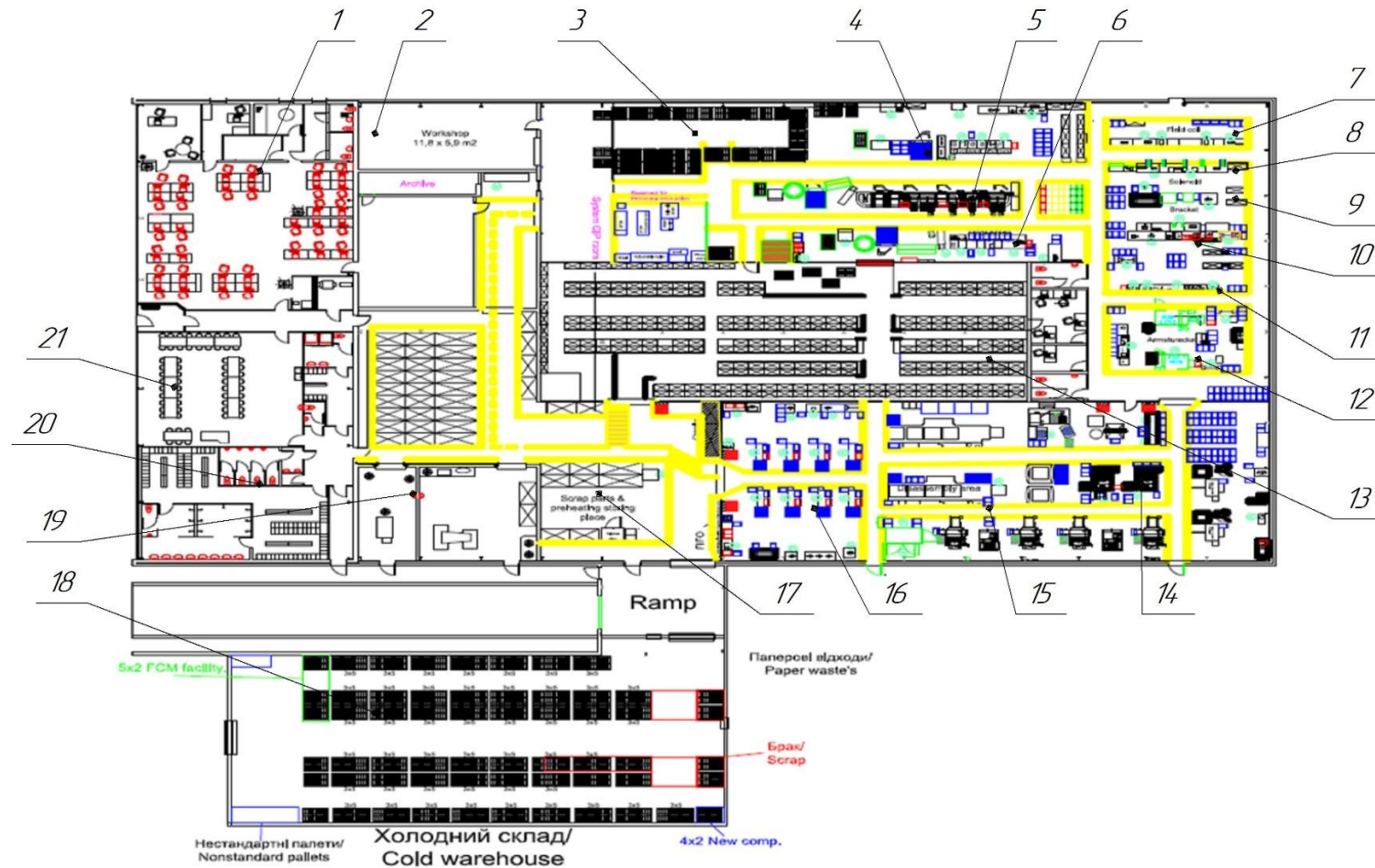


Рисунок 1.3 – Схема корпусу підприємства ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”: 1 – офіс; 2 – майстерня; 3 – склад готової продукції; 4 – збиральна лінія KB; 5 – збиральна лінія Б; 6 – збиральна лінія А; 7 – діляниця підготовки обмоток; 8 – діляниця підготовки втягуючих реле; 9 – діляниця підготовки кришки; 10 – діляниця підготовки редукторів; 11 – діляниця підготовки приводів; 12 – діляниця підготовки якорів; 13 – склад запчастин; 14 – діляниця піскування запчастин; 15 – діляниця миття запчастин; 16 – розбиральні столи; 17 – склад пакувальних матеріалів; 18 – склад вживаних стартерів; 19 – компресорна та котельня; 20 – вбиральні та побутові приміщення; 21 – столова

Технічний відділ – складається з керівника та фахівців, які відповідають за життєдіяльність підприємства та справність обладнання.

Така організація виробництва дозволяє вчасно планувати та виконувати роботу, а головне задовільняти потребу споживача. Загальна схема корпусу підприємства ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” наведено на рис. 1.3., а характеристики відповідно наявного в ньому технологічного обладнання у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики наявного технологічного обладнання в ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

№ з/п	Назва обладнання	Тип або модель	Коротка технічна характеристика	Площа обл., м2	К-сть од.
1	2	3	4	5	6
1.	Мийна машина корпусів та якорів	ET-1050KV	Габарити 8400x2600x2110	21,8	2
2.	Мийна машина кришок та приводів	ET-100RB	Габарити 2500x3450x3120	8,5	4
3	Мийна машина дрібних запчастин	ET-800	Габарити 3030x3500x1500	10,6	1
4	Мийна машина планетарних редукторів	GOFF	2020x2500x2010	5,05	3
5	Лещата гвинтові	Matador 160	200x400x100	–	10
6	Універсальний заточний верстат	ЗМ 641	Діаметр круга – 400 мм. Потужність привода – 4 кВт. Габарити 1850x x1215x1400	2,25	1
7	Верстат обдирочно-шліфувальний	Scantool	Два круга діаметром 400 мм. Потужність привода – 5,6 кВт. Габарити 1000x x665x1230	0,66	1
8	Миюча ванна для деталей	K54СБ	Габарити 975x660x860 мм	0,63	1
9	Верстат настільно-свердлильний на підставці	Scantool	Найбільший діаметр свердла - 12 мм. Потужність привода – 0,6 кВт. Габарити 730x355x820	0,26	1
10	Прес з ручним приводом	ОКС-918	Тиск насоса – 40 МПа. Зусилля на плунжері – 8...10 кН. Габарити 450x370x600	0,17	1
11	Стелаж для деталей	Кресл. Ф177СБ Укрорганто-транс	Габарити 1500x560x1720	4,2	5
12	Дробоструменева машина	OMSG SG1RB	Габарити 3300x2500x1700 Тиск 5,2 bar	8,25	2
13	Стіл для збирання стартерів	Власного виготовлення	Габаритні розміри 1500x600x2500	0,9	12

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
14	Дробоструменева машина	SMG 160	Габарити 3300x2500x1700 Тиск 6,2 bar	8,25	2
15	Стелаж для запчастин	Стелаж оцинкований	Габаритні розміри 1200x500x1900	0,6	20
16	Стіл для розбирання стартерів	Власного виготовлення	Габаритні розміри 600x1500x2500	0,9	8
17	Прес з пневматичний	Festo1263	Стационарний, універсальний. Габаритні розміри 1070x640x1272	0,64	5
18	Шафа інструментальна	–	Габарити 1000x550x1250	2,75	5
19	Слюсарний верстак	–	Габарити 1576x800x860	5,04	4
20	Слюсарні лещата	ГОСТ 4045-75	–	–	4
21.	Шліфувальний станок	Scantool 75	Габарити 8400x2600x2110	21,8	2
22.	Токарний верстат	JET GHV-1340A	Габарити 500x2200x3120	1,1	3
23	Тестер якорів	OT-0934	12/24Вольт	-	2
24	Токарний верстат	OCUMA L270E	2020x2500x1510	5,05	2
25	Лещата гвинтові	Matador 240	200x600x100	–	50
26	Тестер стартерів	ST-24	. Потужність привода –4 кВт. Габарити 700x x2215x1400	1,54	3
27	Тестер стартерів	SST 160	Два круга діаметром 400 мм. Потужність привода – 5,6 кВт. Габарити 1000x x1000x1230	1	2
28	Компресор	Atlas Copco	Потужність привода –55кВт 1000x x2000x2030	2	1
29	Компресор	Atlas Copco	Потужність привода –35кВт 1000x x1700x2030	1,7	2
30	Прес гідравлічний	-	Тиск насоса – 250бар. Зусилля на плунжері – 8...10 кН. Габарити 450x370x600	0,17	10
31	Гайковерт ударний пневматичний	Yokota	600Nm, 1/2	-	12
32	Шурупокрут пневматичний	Bosch	¼, 10Nm	8,25	2
33	Контактна зварка	Dalex PMS10-41	Габаритні розміри 1500x600x2500	0,9	12
34	Свердлильний верстат	MAXION BT 18	Потужність привода – 1,8 кВт. Габарити 1000x x1000x1830	1	2
35	Токарний верстат	Emco MAT-17D	Габаритні розміри 2000x500x1300	0,6	1
36	Машина для нанесення силікону	UES-024A	Габаритні розміри 1000x1000x2000	1	1
37	Паяльна станція	Weller 640	500Wt	-	5
38	Фарбувальна кабіна	–	Потужність привода – 1,2 кВт. 600-800rpm	-	3

1.3. Аналіз технологічного процесу регенерації стартера

Конструктивно стартер об'єднує електродвигун і механізм приводу з електромагнітним тяговим реле, муфтою вільного ходу і шестернею понижуючого редуктора [9, 14, 17, 22].

Електродвигун стартера – постійного струму короткочасного номінального режиму роботи з тривалістю періоду незмінного навантаження до 10 с.

Основними вузлами стартера є (рис.1.4): корпус 19, де встановлені котушки збудження 18 з полюсами; кришка з боку приводу, в якій встановлений важіль приводу 6; кришка з боку колектора 14; привід з муфтою вільного ходу 4; тягове реле 7; якір 17.

Обмотка збудження складається з двох паралельних відгалужень. Для стартерів з послідовним збудженням у кожне з відгалужень послідовно під'єднані дві котушки з мідного дроту. У стартерах зі змішаним збудженням в одне з відгалужень дві котушки під'єднані послідовно, а в інше – паралельно. Міжвиткова ізоляція забезпечується щільним папером. Окрім того, кожна котушка обмотана бавовняною стрічкою і просочена лаком. З одного боку два кінці паралельних відгалужень обмотки збудження приєднані разом до контактної болта 13, а з іншого – до щіток, що встановлені в ізольованих щіткотримачах 16 кришки 14. Дві інші щітки встановлені в щіткотримачах, що з'єднані з корпусом 19.

Якір 17 складається з вала, на який напресовано пакет пластин, і колектора 15. Пакет пластин має пази, в які вкладено мідні секції обмотки. Кінці секцій припаяні до пластин колектора в певному порядку. На одному кінці вала якоря є гвинтова нарізка, по якій переміщується привід з муфтою вільного ходу 4. Якір обертається в трьох бронзово-графітних підшипниках ковзання, що встановлені в кришках корпусу та проміжній опорі. На кришці з боку приводу встановлено тягове реле 7, що складається із котушки, яка має

дві обмотки – втягуючу (серієсну) 9 та утримуючу (шунтову) 8.

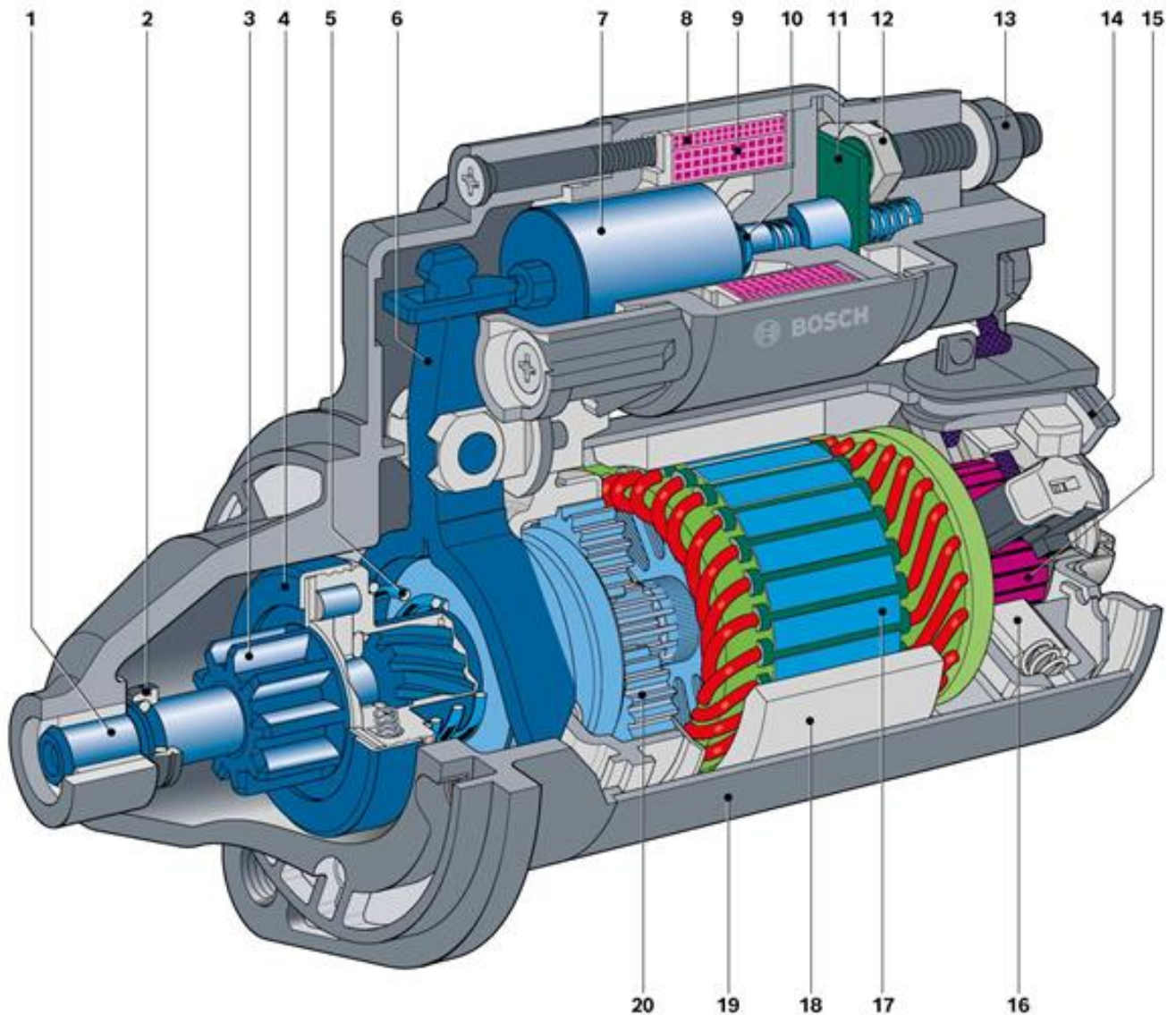


Рисунок 1.4 – Стартер: 1 – привідний вал; 2 – стопорне кільце; 3 – шестерня приводу; 4 – обгінна муфта роликів типу (бендикс); 5 – буферна пружина; 6 – важіль ввімкнення стартера; 7 – втягуюче реле; 8 – утримуюча обмотка; 9 – втягуюча обмотка; 10 – зворотна пружина; 11 – контактна пластина втягуючого реле; 12 – силовий контакт; 13 – електричний контакт («+» акумулятора); 14 – захисна кришка зі сторони колектора; 15 – колектор; 16 – щіткотримач; 17 – якір; 18 – постійні магніти; 19 – корпус; 20 – планетарна передача (редуктор).

Можливі несправності стартерів подані в таблиці 1.2 [9, 14, 17, 22].

Під час ремонту стартери розбирають у наступній послідовності:

- зняти захисний кожух;
- вийняти щітки зі щіткотримачів;
- відкрутити стяжні гвинти та зняти кришку з боку колектора;
- від'єднати провід тягового реле;
- зняти корпус стартера;
- зняти вісь важеля приводу;
- вийняти якір, зняти цапфи вала якоря, регулювальні шайби, пружинне кільце, упорну втулку та привід;
- зняти тягове реле, кришку реле, шайбу та контактний диск;
- відкрутити полюсні гвинти та зняти обмотки збудження.

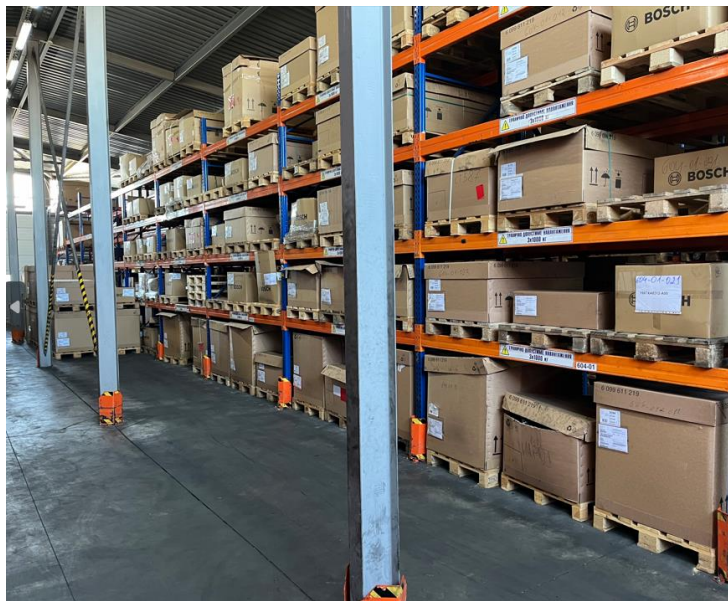
Таблиця 1.2 – Можливі несправності стартерів, причини їх виникнення та способи усунення

Зовнішній прояв несправності	Причини виникнення	Способи усунення
1	2	3
При включенні стартер не включається	Коротке замикання або обрив втягуючої обмотки тягового реле	Замінити тягове реле
	Обрив або відсутність контакту в колі живлення	Відновити контакт
	Відсутність контакту між щітками та колектором	Протерти колектор ганчіркою, змоченою в бензині, замінити щітки або пружини щіток
При включенні стартера не спрацьовує тягове реле	Обрив або коротке замикання обмотки реле	Перемотати обмотку реле
	Обрив втягуючої обмотки тягового реле	Замінити тягове реле
Під час включення стартера повторюються потріскування тягового реле та удари шестерні приводу об вінець маховика	Ненадійний контакт у колі тягового реле стартера, порушене регулювання стартера	Усунути несправність у контактному з'єднанні
	Несправна обмотка або контактне з'єднання реле	Замінити реле, перемотати обмотку
При включеному стартері чути шум шестерні приводу	Неправильне регулювання моменту замикання контактів тягового реле	Відрегулювати зазор між шестернею та упорною шайбою в момент включення стартера

Продовження табл. 1.2

1	2	3
Шестерня приводу не входить у зачеплення з вінцем маховика при правильному регулюванні реле	Забиті торці зубів шестерні приводу стартера або вінця маховика	Зачистити пруги на зубах, замінити вінець маховика або шестерню приводу стартера, відновити зуби
Якір стартера обертається, але не повертає колінвал	Невірне регулювання стартера	Відрегулювати стартер
	Несправний привід	Замінити тягове реле
	Поломка зубів шестерні приводу або вінця маховика	Замінити вінець маховика або шестерню приводу, відновити зуби

Вживані стартери, які були зняті з автомобілів на сервісних центрах Європи, привозять на склад у Польщі де сортують їх по моделях (рис. 1.5 а). Після чого їх привозять у контейнерах (рис 1.5 б) в Україну на склад ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”. Далі шлях стартера проходить через виробничі приміщення.



а)



б)

Рисунок 1.5 – Відсортовані по моделях (а) та підготовлені для технологічного процесу регенерації стартери (б) на складі ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

Спочатку стартери потрапляють на демонтажні столи де їх розбирають на дрібні запчастини (рис. 1.6 а) і сортують у різні ящики за типом запчастини (рис 1.6 б).



а)

б)

Рисунок 1.6 – Процеси розбирання (а) та сортування деталей стартера за типом (б)

Наступним процесом в регенерації стартерів є миття запчастин в мийних машинах. Для різних типів запчастин в ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” використовують відповідно і різні мийні машини. Також для миття використовуються спеціальні рідини, відповідно контролюється час миття, температура миття запчастин. На кожному етапі перевіряється якість виконання операції.



а)

б)

Рисунок 1.7 – Мийні машини в ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” для миття не електричних (а) та електричних складових (б) стартера

Після миття запчастин, їх потрібно очистити від корозії, залишків фарб та мастил. Для того в ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” використовують

дробоструменеві машини які за допомогою скляних та металевих кульок під великим тиском вибивають всі залишки до чистого стану.



а)

б)

Рисунок 1.8 – Дробоструменеві машини для очищення від корозії, залишків фарб сталевих (а) та алюмінієвих (б) складових стартера

Після того коли всі запчастини були помиті та очищені, вони переходять на наступні ділянки підготовки, окремо по кожного типу компонента.

Процес так налаштований, щоб всі ділянки видали одночасно свій тип компонента. Коли всі компоненти підготовлені вони поступають на збиральні лінії, де по принципу конвеєра оператори починають збирати стартер.



а)

б)

Рисунок 1.9 – Ділянки скрадання редукторів (а) та статорів (б) стартера

Вкінці лінії знаходиться фінальний тестер який перевіряє механічні та електричні параметри стартера. Коли стартер проходить «позитивно» тест, то він подається на дільницю фарбування, у випадку «негативного» результату-подається на повторну переробку.

Останні процеси в регенерації стартерів є фарбування та пакування. Після фарбування стартери мають сохнути протягом 15 хв. Після чого оператор може їх пакувати в відповідну коробку.



а)

б)

Рисунок 1.10 – Дільниці фарбування (а) та пакування (б) в ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

Загальний час проходження стартера від розборки до пакування залежить від багатьох чинників таких як: габаритні розміри, особливості конструкції, досконалості технологічного процесу та орієнтовно становить до 4 год.

Висновки до розділу 1

1. Проведений нами аналіз виробничої діяльності ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” засвідчив, що на підприємстві у Краковці спеціалізуються з регенерації стартерів не тільки виробництва компанії Bosch, але й також багатьох інших світових брендів таких як Ford, Mitshubishi, Hitachi, Denso, Valeo, Denso, Magneti Marelli та ін.

2. Про якість продукції говорить той факт, що відомі світові виробники автомобілів такі як Mercedes, Toyota, Renault, BMW, CAT, також замовляють стартери (для своїх програм запасних частин), що були регеноровані на потужностях ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” в с.м.т Краковець, оскільки підприємство має усі необхідні сертифікати IATF16949 та ISO 9001.

3. Аналіз організаційної структури підприємства засвідчив, що адміністративний штат працівників складається директора, з відділів контролю якості, відділу закупок, інженерного відділу, технічного відділу, відділ фінансового контролю та підтримка виробництва, відділ по роботі з персоналом. Всі працівники працюють в одному офісі (Open office), що покращує комунікацію між відділами та дозволяє швидко вирішувати завдання та труднощі.

4. Попередній аналіз технологічного процесу регенерації стартера дав змогу встановити, що загальний час проходження стартера від розборки до пакування залежить від багатьох чинників таких як: габаритні розміри, особливості конструкції, досконалості технологічного процесу та орієнтовно становить до 4 год.

2. ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

2.1. Одиничні і комплексні властивості надійності

Відповідно до стандарту ДСТУ 2860-94 "Надійність техніки. Терміни та визначення", надійність визначається як здатність об'єкта зберігати у встановлених межах параметри, що відображають можливість виконання ним необхідних функцій в певних режимах і умовах використання, технічного обслуговування, зберігання та транспортування. Поняття "об'єкт" у цьому контексті охоплює системи, споруди, машини, підсистеми, апаратуру, функціональні одиниці, пристрої, елементи чи будь-які їх частини, які розглядаються як самостійні одиниці з точки зору надійності. Крім того, до об'єктів можна зарахувати й інші технічні засоби, персонал або їх комбінацію. Отже, властивість надійності може застосовуватися не лише до створених людиною об'єктів, але й до виконавців — операторів (наприклад, водіїв, слюсарів-ремонтників) [8, 9, 14, 17].

З цього визначення видно, що надійність є комплексною характеристикою, яка відображає здатність об'єкта виконувати поставлені завдання у можливих режимах і умовах експлуатації. Для того щоб оцінити надійність об'єкта кількісно або порівняти її з аналогами, а також щоб раціонально планувати та розробляти інженерно-технічні заходи з її підвищення, виділяють специфічні властивості надійності [11, 20, 21].

Стандарт визначає п'ять основних властивостей надійності, які можуть бути оцінені кількісно: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, готовність та збережуваність (рисунок 2.1).

Розглянемо кожну з основних властивостей надійності автотранспортних засобів (АТЗ).

Безвідмовність АТЗ означає його здатність виконувати функції перевезення в конкретних умовах експлуатації протягом визначеного часу або пробігу.

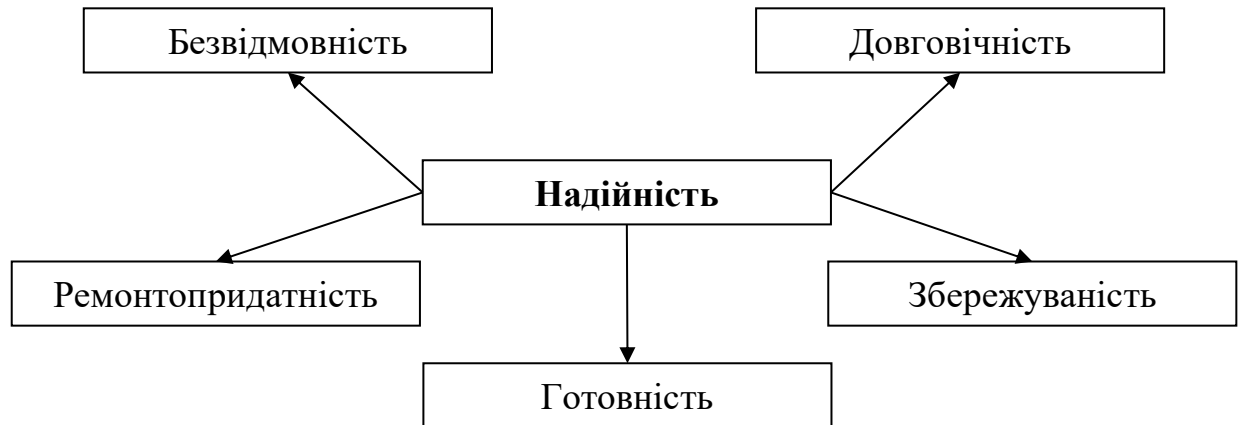


Рисунок 2.1 – Властивості надійності

Довговічність — це здатність АТЗ виконувати перевізницькі функції до настання граничного стану, дотримуючись встановленої системи технічного обслуговування та ремонту.

Збережуваність АТЗ полягає в здатності зберігати параметри, що характеризують можливість виконання перевізницьких функцій, як під час, так і після зберігання чи транспортування.

Ремонтопридатність — це здатність АТЗ бути підготовленим до підтримання та відновлення його функціонального стану для подальшого виконання перевізницьких функцій завдяки технічному обслуговуванню і ремонту.

Готовність АТЗ визначається як здатність виконувати перевізницькі функції в заданих експлуатаційних умовах у будь-який час або протягом певного інтервалу часу чи пробігу за умови доступності ресурсів. Зазначимо, що паливно-мастильні матеріали, а також запасні частини і комплектуючі, не враховуються як ресурси, що впливають на готовність АТЗ.

Властивість готовності є комплексною і залежить від поєднання таких параметрів, як безвідмовність та ремонтпридатність. Крім того, вона також

залежить від матеріально-технічного забезпечення під час виконання технічного обслуговування і ремонту.

Надійність АТЗ формується переважно на етапах проектування та виробництва, а проявляється під час експлуатації, яка вимагає врахування такого поняття, як експлуатаційна надійність [11, 20, 21].

У визначеннях деяких властивостей АТЗ фігурує поняття "стан" або "граничний стан". Відповідно до стандарту, визначено 25 різних станів, у яких може перебувати об'єкт. Ми розглянемо основні стани, що характерні для експлуатації автотранспортних засобів [8, 9, 14, 17].

Справний стан (справність) – це стан, в якому АТЗ здатний виконувати всі визначені функції, включно з перевезенням, навантаженням чи розвантаженням.

Несправний стан (несправність) — стан, у якому АТЗ не здатний виконувати принаймні одну зі своїх функцій.

Працездатний стан (працездатність) — стан, коли АТЗ може виконувати всі необхідні функції.

Непрацездатний стан (непрацездатність) — стан, у якому АТЗ не може виконувати хоча б одну з необхідних функцій.

Критичний стан — стан, що може спричинити небезпеку для людей або матеріальні збитки; характеризується можливими несправностями ключових компонентів, що впливають на безпеку, як-от система керування, гальмівна система, світлова та звукова сигналізація.

Граничний стан — це стан, за якого подальша експлуатація АТЗ є недоцільною або неприпустимою, або коли відновлення працездатності неможливе чи невиправдане, наприклад, після серйозних аварій або при повному зносі базових агрегатів.

Схема зміни стану об'єкта під час технічної експлуатації зазвичай наведена на рисунку 2.2.

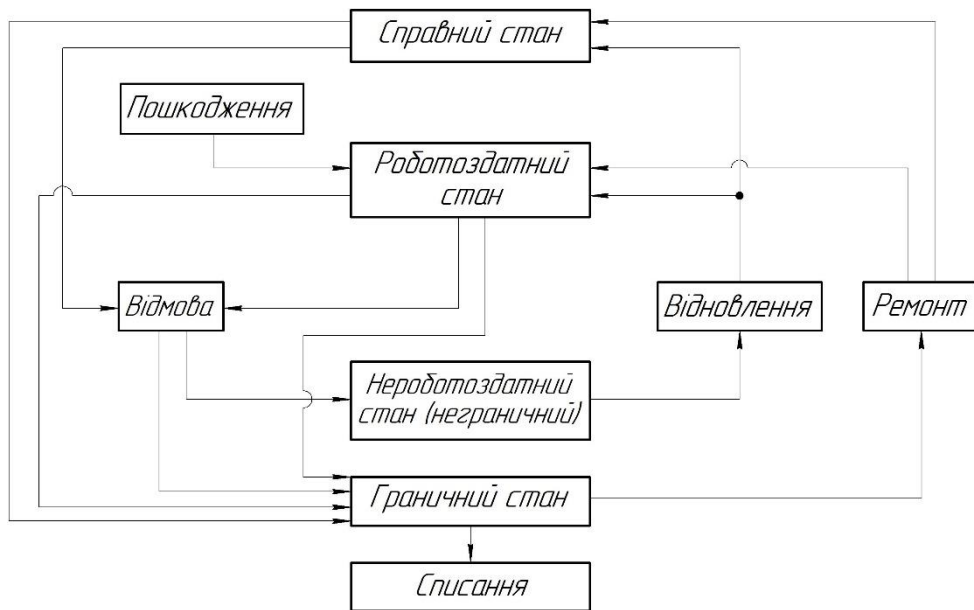


Рисунок 2.2 – Схема зміни стану об'єктів у процесі експлуатації

Розрізнення понять "несправний" та "непрацездатний" стани. Згідно з практикою, несправний стан означає, що об'єкт втратив здатність виконувати принаймні одну із закладених у нього функцій, що прописані в технічних характеристиках та нормативних документах виробника. Непрацездатний стан відображає стан, у якому об'єкт не здатний виконувати хоча б одну з потрібних функцій, що формуються відповідно до умов експлуатації.

Наприклад, автотранспортний засіб із відсутніми бризковиками або фарами можна вважати несправним за стандартами, проте його стан залишається працездатним, якщо ці дефекти не впливають на здатність виконувати перевезення.

Пояснення основних понять [8, 9, 14, 17]

- Задана функція об'єкта — це функція, яка визначає об'єкт як такий, що здатен реалізувати заданий виробником процес або властивість.
- Потрібна функція об'єкта — це набір функцій, які об'єкт повинен виконувати для відповідності його призначенню в умовах експлуатації.

Види несправностей об'єкта

Несправності поділяються за такими основними характеристиками: значна, незначна, повна, часткова, критична, що виникає через невміле

поводження, перевантаження, зношення або старіння, конструкційні недоліки, приховані або виробничі дефекти тощо.

Оцінка властивостей надійності автотранспортного засобу

Безвідмовність, цю властивість оцінюють за такими показниками:

1. Середнє напрацювання до відмови (у кілометрах);
2. Імовірність безвідмовної роботи (ІБР);
3. Середнє напрацювання на відмову (в кілометрах);
4. Інтенсивність потоку відмов;
5. Параметр потоку відмов;
6. Гамма-відсоткове напрацювання до відмови (у кілометрах).

Довговічність, оцінюють за наступними показниками:

1. Середній термін служби;
2. Середній ресурс;
3. Гамма-відсотковий термін служби;
4. Гамма-відсотковий ресурс;
5. Призначений термін служби;
6. Призначений ресурс.

Ремонтопридатність, оцінюють на основі таких показників:

1. Середня тривалість відновлення;
2. Імовірність відновлення;
3. Середня інтенсивність відновлення;
4. Інтенсивність відновлення;
5. Середня трудомісткість ТО і Р.

Збережуваність, показники збережуваності включають:

1. Гамма-відсотковий термін зберігання;
2. Середній термін зберігання.

Готовність, як комплексна властивість охоплює кілька факторів і характеризується такими показниками:

1. Коефіцієнт неготовності;
2. Коефіцієнт готовності;

3. Стаціонарний коефіцієнт готовності АТЗ;
4. Середній коефіцієнт готовності;
5. Коефіцієнт технічного використання АТЗ;
6. Коефіцієнт оперативної готовності;
7. Коефіцієнт збереження ефективності АТЗ.

2.2. Ймовірні причини втрати роботоздатності об'єкта

Під час експлуатації, зберігання або транспортування будь-який технічний об'єкт, зокрема автотранспортний засіб (АТЗ), перебуває у взаємодії з навколишнім середовищем, користувачем або іншими об'єктами. У результаті цієї взаємодії з часом відбувається зниження показників якості об'єкта, що може бути виміряно як абсолютною, так і відносною величиною [20, 21].

Абсолютне зниження якості АТЗ (або погіршення його початкових параметрів) пов'язане з процесом фізичного старіння або зносу. Це явище спричинене впливом різних процесів, які призводять до змін властивостей або стану деталей та матеріалів об'єкта.

Відносне зниження якості обумовлене появою нових та вдосконалених виробів, параметри яких перевершують показники існуючого АТЗ [20, 21]. Таке відставання від сучасного технічного рівня називають моральним старінням.

Наука про надійність досліджує процеси, що ведуть до абсолютних змін у якості АТЗ, тобто зосереджується на фізичному старінні. Серед основних причин погіршення вихідних параметрів об'єктів, які можуть спричинити відмови, можна виділити вплив кліматичних, антропогенних (від користувача), внутрішніх монтажних або залишкових напружень, які виникають під час виготовлення АТЗ; а також ударно-вібраційні навантаження, які супроводжують робочі процеси і виникають при русі транспортного засобу.

Для автотранспортного засобу основними природно-кліматичними факторами є дія температурних змін, відносна вологість повітря, обмерзання чи утворення роси, пил, пісок та сонячна радіація. Наприклад, температурні коливання призводять до деформацій, що з часом можуть викликати ушкодження. Вологість сприяє корозії матеріалів, що пришвидшує старіння, а сонячне випромінювання активує фотоокислювальні процеси, збільшуючи руйнівні реакції на поверхнях.

У більшості випадків роботоздатність АТЗ визначається впливом користувача. Порушення правил експлуатації, обслуговування, зберігання чи ремонтних технологій може призвести до відмови транспортного засобу.

Під час експлуатації автотранспортні засоби зазнають численних механічних навантажень, таких як вібрації, удари, акустичний шум тощо. Ці навантаження можуть виникати через робочі процеси у вузлах чи механізмах (рух частин, згоряння палива), а також при контакті з дорожнім покриттям. Довготривала вібрація може спричинити ефекти втомленості. Удари викликають коливання конструктивних елементів у різних частотах, зокрема на резонансних частотах, що призводить до підвищеної амплітуди і може спричинити відмову. Акустичні шуми також діють подібно до вібрацій і ударів, але вищими частотами.

Такі впливи утворюють складну систему взаємозв'язків та виявляються як механічна, теплова чи хімічна енергія. Через цю комплексну дію в матеріалах деталей відбуваються певні процеси, що призводять до ушкоджень деталей, зміни параметрів та втрати працездатності [20, 21].

Процеси, що спричиняють зміни властивостей матеріалів, можна розділити на оборотні і необоротні.

Оборотні процеси викликають тимчасові зміни в параметрах об'єкта в певних межах, не ведучи до прогресивного погіршення та втрати працездатності. Прикладом є пружні деформації.

Необоротні процеси, такі як втомленість, зношення, старіння та корозія, зумовлюють поступове зниження показників і призводять до втрати працездатності та відмови.

Схематично взаємозв'язок між процесами, що призводять до порушення працездатності та настання відмови, можна подати у вигляді схеми (рисунок 2.3) [20, 21].

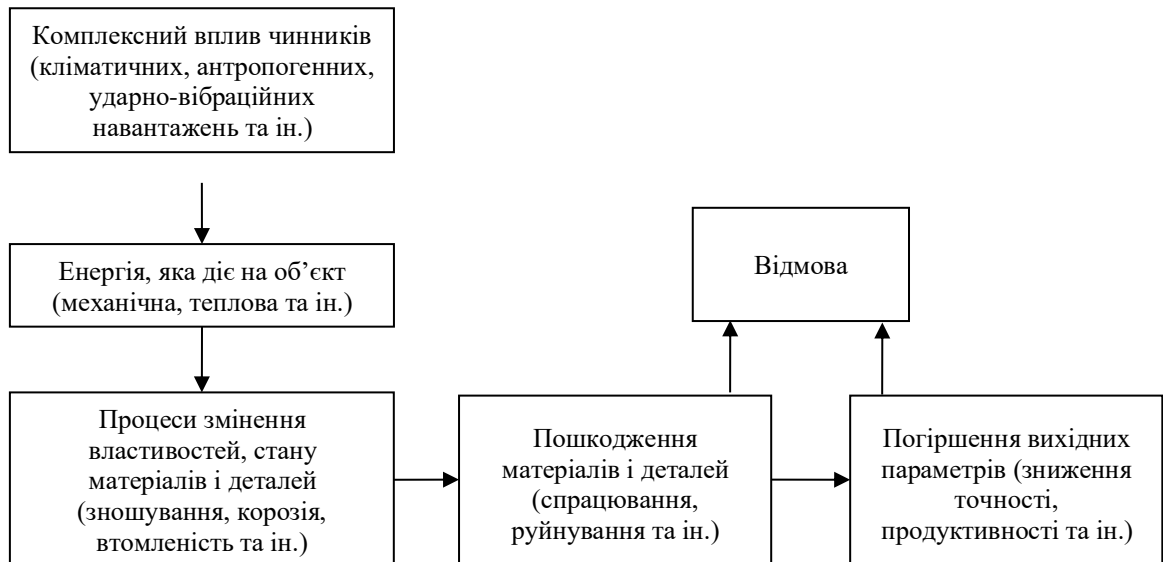


Рисунок 2.3 – Схема виникнення відмови

Для забезпечення роботоздатності автотранспортних засобів необхідно мати вичерпну інформацію про всі складові, зображені на схемі. Досягнення необхідних результатів вимагає розуміння та глибокого вивчення фізичної суті необоротних процесів, а також закономірностей їх розвитку з часом.

2.3. Поняття трудомісткості технологічного процесу

Трудомісткість являє собою витрати праці на виконання операції або групи операцій технічного обслуговування або ремонту, вимірювані в людино-годинах або норма-годинах.

Норматив трудомісткості необхідний для визначення числа виконавців і оплати їх праці за фактично виконану роботу з урахуванням необхідної кваліфікації працівника (тарифної ставки).

На автомобільному транспорті застосовуються наступні норми: *диференційовані*, що встановлюються на окремі операції, з урахуванням їх розчленування при необхідності на переходи, прийоми і трудові рухи; *укрупнені* (або комплексні при бригадній формі організації праці) – на групу операцій або робіт, вид обслуговування і ремонту; удельні, віднесені до виконаної роботи або напрацювання (люд-год/1000 км пробігу автомобіля).

Останні два види норм коригуються залежно від умов експлуатації, пробігу з початку експлуатації, умов оптимізації праці та інших факторів. Нормативи трудомісткості обмежують трудомісткість зверху, тобто фактична трудомісткість повинна бути не більшою нормативної за умови якісного виконання робіт.

Норма трудомісткості виконання операцій технічного обслуговування або ремонту (H_m) визначається з урахуванням коефіцієнта повторюваності (k) і складається з часу на виконання наступних робіт: підготовчо-заклучних, оперативних, по обслуговуванню робочого місця, а також перерв на відпочинок і особисті потреби [4]:

$$H_T = t_{оп} \left(1 + \frac{a_{пз} + a_{обс} + a_{від}}{100} \right) k \quad (2.1)$$

де $t_{оп}$ – оперативний час, люд-хв; $a_{пз}$ – частка підготовчо-заклучного часу, %; $a_{обс}$ – частка часу на обслуговування робочого місця, %; $a_{від}$ – частка часу на відпочинок і особисті потреби, %.

Підготовчо-заклучний час необхідний для ознайомлення виконавця з дорученою роботою, підготовки робочого місця і здачі наряду, інструменту, матеріалів і т.д.

Оперативний час, необхідний для виконання виробничої операції, поділяється на основний і допоміжний. Впродовж основного (або технологічного) часу здійснюється сама операція (наприклад регулювання гальм, заміна масла в агрегатах, зняття агрегату з автомобіля і т. д). Допоміжний час необхідний для забезпечення можливості виконання операції,

наприклад час встановлення автомобіля на пост ТО або ремонту, забезпечення доступу до об'єкта обслуговування або ремонту і т. д.

Час обслуговування робочого місця необхідний для догляду (обслуговування) за робочим місцем, інструментом або обладнанням (прибирання, зміна інструмента, розміщення обладнання і пристосувань і т. д.).

Час на обслуговування робочого місця, перерви на відпочинок і особисті потреби називається додатковим.

Фактичний час або трудомісткість виконання операцій ТО і ремонту є випадковою величиною, що має значну варіацію, яка залежить від технічного стану і строку служби автомобіля, умов виконання роботи, використовуваного обладнання, кваліфікації персоналу та інших факторів. Наприклад, умовна тривалість виконання однотипних операцій ТО і ремонту у робітників 1, 2, 3, 4 і 5 розрядів змінюється відповідно наступним чином: 1; 0,79; 0,71; 0,64; 0,61. Тому норма стосується певних умов, наприклад типових (типова норма), конкретних умов групи підприємств (внутрішньовідомча норма) або даного підприємства (внутрішньогосподарська або місцева норма). Типові поопераційні норми наводяться в відповідних довідниках. При визначенні або зміні норм використовують так звану фотографію робочого часу, хронометражні спостереження, метод мікроелементних нормативів часу.

Норма оперативного часу визначається як середнє значення ряду хронометражних спостережень за виконанням даної операції в конкретних умовах (кваліфікація персоналу, використовуване обладнання, технологія ТО і ремонту). Інші елементи норми, як правило, визначаються розрахунком як частка оперативного часу [4].

Наприклад, для розбирально-складальних робіт частка підготовчо-заключного часу складає 10%, а додаткового 8% відносно оперативного. При визначенні умов проведення спостережень орієнтуються на передові методи і прогресивну технологію, проводять атестацію робочого місця, що сприяє підвищенню продуктивності праці ремонтних робітників. При виконанні загальної норми враховується коефіцієнт повторюваності.

Для визначення технологічного часу може використовуватися метод мікроелементних нормативів, який полягає в застосуванні нормативів часу на прості рухи виконавця, наприклад корпусу, ніг, рук, які необхідні для виконання операції ТО або ремонту. Кожен з цих рухів оцінюється в абсолютних одиницях, що містяться в базовій системі мікроелементних нормативів або в відносних одиницях.

Наприклад, ходьба (один крок) в певних умовах оцінюється в 60 відносних одиниць, точно контрольоване рух руки в діапазоні 0,1-0,2 м – в 55 одиниць і т. д. Сумуючи всі відносні одиниці, що характеризують дії виконавця, отримують тривалість виконання операції в відносних одиницях. Перехід відносних одиниць до абсолютного часу проводиться за допомогою спеціальних коефіцієнтів [4].

Метод мікроелементних нормативів дозволяє також порівнювати різні варіанти організації робіт без проведення безпосередніх спостережень. Використання мікроелементних нормативів дозволяє також ефективно застосовувати персональні комп'ютери при нормуванні трудомісткості.

Висновки до розділу 2

1. Виконаний нами аналіз основних причин, що визначають надійність виробу, дав змогу встановити, що пов'язані вони як правило, з випадковими явищами. Тому для їх опису на практиці застосовується математичний апарат теорії ймовірностей.

2. В результаті літературного аналізу також було встановлено, що надійність виробу визначається його безвідмовністю та довговічністю. При цьому безвідмовність слід розглядати як самостійну безперервну роботу виробу без будь-яких втручань для підтримки працездатності.

3. Будь-який із показників, що характеризують певну властивість АТЗ щодо його надійності, визначають використовуючи розроблені математичні методики на основі виконаних експериментальних досліджень або шляхом спостережень.

4. Трудомісткість являє собою витрати праці на виконання операції або групи операцій технічного обслуговування або ремонту, вимірювані в людино-годинах або нормо-годинах. Норматив трудомісткості необхідний для визначення числа виконавців і оплати їх праці за фактично виконану роботу з урахуванням необхідної кваліфікації працівника (тарифної ставки).

3. МЕТОДИКА ОТРИМАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ

3.1. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту

Одним із ключових компонентів конструктивно-технологічного базису (КТБ) ремонтно-відновлювальних процесів є характеристики конструкції об'єкта ремонту (ОР) та його здатність до ремонту. Цей аспект КТБ має вагомий вплив на організацію і динаміку технологічного процесу. Тому для моделювання технологічного процесу за допомогою ЕОМ необхідно спочатку провести аналіз конструктивних особливостей ОР та здійснити оцінку його ремонтпридатності.

Зручним підходом для цього є застосування абстрактної схеми поділу конструкції у вигляді графічної моделі. Графічна модель конструкції (рис. 3.1) являє собою детально розгалужений граф, у якому вершини позначають складальні одиниці та деталі, а зв'язки між вершинами (ребра) відображають можливу послідовність розбирання елементів конструкції та способи їх кріплення до базових деталей або між собою. Побудова моделі конструкції здійснюється відповідно до таких правил [8, 14]:

а) Складальні одиниці та деталі, які формують ТОБ, відображають за допомогою умовних позначень (наприклад, Δ – складальна одиниця, \circ – деталь) у декількох рівнях.

б) На першому рівні зображають усі складальні одиниці та деталі, які можуть бути демонтовані з ОР паралельно та без перешкод (без додаткових слюсарних операцій, окрім від'єднання кожного з елементів конструкції).

в) Для кожної складальної одиниці чи деталі графічно позначають тип або спосіб кріплення (наприклад, \sphericalangle – різьбове, \uparrow – вільне, \downarrow – з натягом, ψ – шпонкове, \uparrow – шлицьове тощо).

г) На другому рівні моделі відображають елементи конструкції, які стають доступними для демонтажу після зняття складальних одиниць і деталей першого рівня. При цьому обов'язково зазначають залежні зв'язки між елементами другого рівня та складальними одиницями першого рівня.

д) Процес поділу конструкції на рівні продовжують до моменту, поки ОР повністю не розібрано на складальні одиниці та деталі.

е) Усі складальні одиниці та деталі нумерують за рівнями у порядку зліва направо, наприклад, 1.1, 1.2,..., i.k; 2.1, 2.2,..., 2.n; 1.1, 1.2,..., 1.m, а їхні назви зазначають на окремому аркуші або у пояснювальній записці [8, 14].

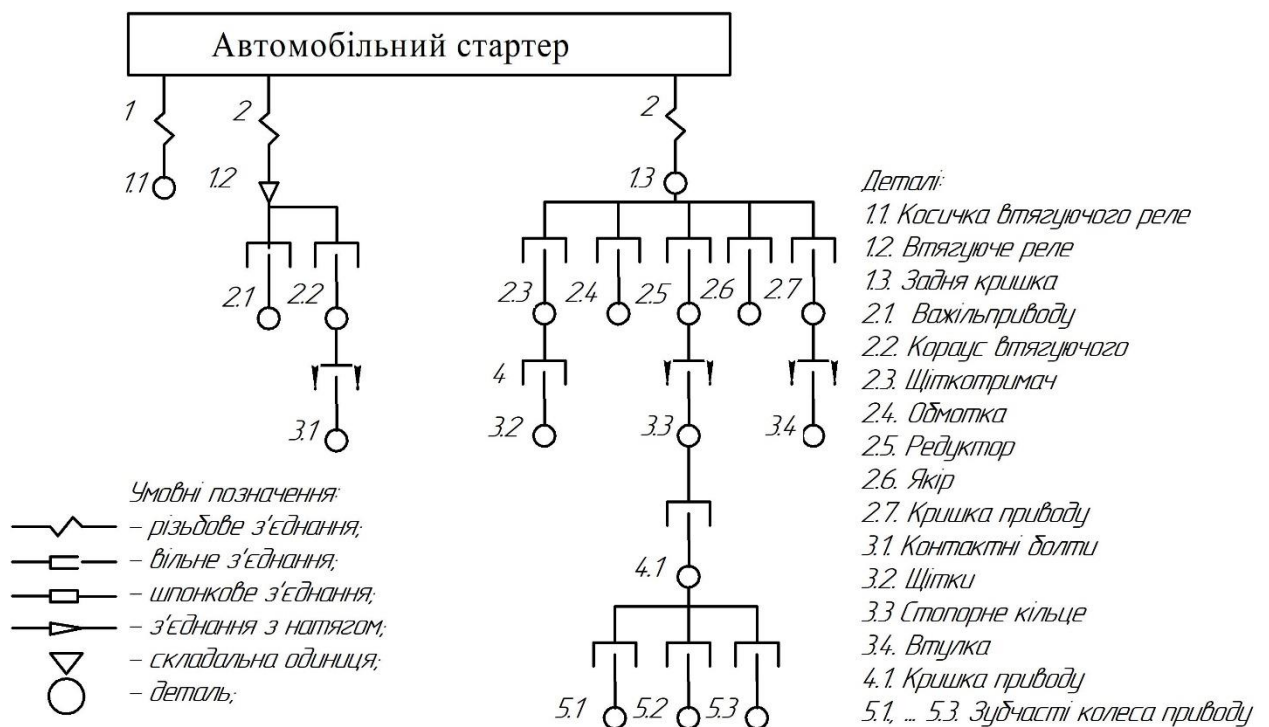


Рисунок 3.1 – Графічне відображення моделі конструкції автомобільного стартера

Як видно з рис. 3.1, складальні одиниці організовані пошарово, розміщуючись на кількох рівнях. Таке розташування демонструє послідовність демонтажу складальних одиниць і деталей. Елементи,

розміщені на одному рівні, можуть бути демонтовані одночасно, тоді як ті, що знаходяться на різних рівнях, підлягають демонтажу відповідно до порядку зверху вниз.

Варто зазначити, що між складальними одиницями існують лише вертикальні зв'язки, тоді як горизонтальні відсутні. Залежні конструктивні зв'язки між складальними одиницями на суміжних рівнях свідчать про те, що елемент нижчого рівня може бути демонтований тільки після зняття відповідного елемента конструкції з вищого рівня [8, 14].

Кожен конструктивний зв'язок у моделі конструкції, в рамках технологічного процесу, потенційно трансформується у часовий зв'язок, що відповідає елементарній технологічній операції (ЕТО).

Модель конструкції ОР дозволяє провести її аналіз за такими показниками:

- а) кількість рівнів при розчленуванні ОР на складальні одиниці та деталі;
- б) кількість рівнів при розчленуванні виключно на деталі;
- в) загальна кількість складальних одиниць;
- г) загальна кількість деталей;
- д) кількість типів кріпильних з'єднань (наприклад, різьбові, шпонкові, шлицьові тощо);
- е) кількість точок кріплення одного типу;
- є) максимальна кількість робітників, які можуть одночасно виконувати розбирання ОР.

Окрім зазначених кількісних характеристик, для аналізу конструкції варто враховувати і якісні показники. До таких належать: зручність вилучення основних складальних одиниць, корпусної (базової) деталі, адаптованість ОР до технічного обслуговування, діагностування і регулювання, а також можливість використання універсального та спеціалізованого обладнання, механізованих пристроїв тощо.

Одним із ключових чинників, що суттєво впливають на структуру технологічного процесу ремонту ТОР, є передремонтний технічний стан об'єкта. Цей стан визначає кількість, зміст та взаємозв'язок елементарних технологічних операцій.

Технічний стан об'єкта ремонту поділяють на дві окремі складові: стан складальних одиниць і деталей, а також стан спряжень. Технічний стан спряжень впливає лише на тривалість виконання елементарних технологічних операцій (ЕТО) під час розбирання ТОР, що відображається на динаміці технологічного процесу. Цей вплив враховують шляхом проведення достатньої кількості хронометражних спостережень. У свою чергу, технічний стан складальних одиниць і деталей визначається їх залишковим технічним ресурсом [8, 14].

Процес зношення ресурсу носить випадковий характер і залежить від показників надійності ТОР, таких як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність. Відповідно до основ теорії ймовірностей, можна припустити, що об'єкти однієї моделі за однакових умов експлуатації та після однакового напрацювання матимуть схожі дефекти (наприклад, відмови або залишковий ресурс, менший за міжремонтний). Поєднання дефектів складальних одиниць з найвищою ймовірністю виникнення визначає їх найімовірніший технічний стан, а сукупність таких станів усіх одиниць формує найімовірніший технічний стан ТОР загалом.

Для уточнення передремонтного технічного стану ТОБ необхідно провести дефектацію всіх складальних одиниць і деталей, а також визначити найбільш ймовірний набір дефектів для кожної з них.

У процесі ремонту ТОР виконують два види робіт: регламентовані, передбачені технологічною документацією, і нерегламентовані, які виникають у зв'язку з фактичним технічним станом. Під час капітального ремонту переважна більшість робіт (90–95%) є регламентованими, а лише 5–10% залежать від технічного стану (наприклад, усунення тріщин шляхом зварювання). У поточному ремонті ситуація зворотна: 85–90% робіт

визначаються технічним станом, тоді як 10–15% є регламентованими (переважно операції ТО).

Регламентовані роботи зазвичай чітко визначені та передбачені технологічною документацією для кожного типу ремонтного втручання. Основна мета дослідження передремонтного технічного стану ТОР полягає у визначенні обсягу регламентованих робіт, які необхідно виконати під час капітального чи поточного ремонту. Для цього на кафедрі розроблено комплексну методику, яка включає послідовне застосування двох підходів: експертних оцінок та дефектації.

Метод експертних оцінок використовується для формування переліку складальних одиниць, які з високою ймовірністю матимуть дефекти після заданого напрацювання (вказаного у завданні на проєктування). Під час застосування цього методу необхідно: визначити кількість експертів, сформулювати вимоги до їхньої кваліфікації, організувати експертну групу, провести опитування та ретельно опрацювати отримані дані. Перший етап завершується складанням зведеної таблиці, до якої вносять назви складальних одиниць і деталей ТОР, що, за оцінкою не менше ніж 2/3 експертів, будуть мати дефекти після заданого напрацювання [8, 14].

На другому етапі проводиться дефектація (зазвичай із застосуванням мікрометричних методів) складальних одиниць, включених до зведеної таблиці. Основною метою цього етапу є визначення всіх можливих варіантів поєднання дефектів для кожної складальної одиниці та обґрунтування найімовірнішого варіанта. Послідовність дій на цьому етапі включає вибір місця проведення експерименту, визначення обсягу вибірки, виконання дефектації складальних одиниць і деталей та обробку отриманих результатів.

Результати досліджень передремонтного технічного стану (перелік регламентованих і нерегламентованих робіт), а також особливості конструкції ТОР слугують основою для обґрунтування технології ремонту. Усунення кожного дефекту може бути здійснене різними технологічними способами, які відрізняються за точністю, вартістю, енерговитратами та рівнем технічного

оснащення. Крім того, ці способи мають різну тривалість виконання та забезпечують різний рівень надійності. Тому, щоб визначити прогресивну технологію ремонту ТОР, необхідно проаналізувати всі можливі способи усунення кожної відмови та обрати найефективніший за відповідними критеріями.

Для кількісної оцінки трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів було організовано збір статистичних даних про випадкові величини. У цьому контексті під статистичною випадковою величиною розумівся час, необхідний для виконання певного обсягу або виду робіт.

Нами проводились дослідження в стосовно оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації автомобільних стартерів, а саме здійснювалась оцінка тривалості виконання розбиральних, відновлювальних та складальних робіт, а також загальна тривалість виконання ремонтних робіт. З метою спрощення виконання досліджень та для формування відповідного масиву даних було сформовано відповідну таблицю.

Таблиця 3.1 – Форма таблиці для відображення статистичних даних оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації автомобільних стартерів

Дата спостереження <u>18.03.2024 р.</u>		Номер партії		
№ з/п	Модель стартера	Час на виконання технологічного процесу розбирання, $t_{роз}$, сек	Час на виконання технологічного процесу складання $t_{ск}$, сек	Загальна трудомісткість технологічного процесу регенерації, $T_{зпр}$ люд.год
1	C1260-BX-1	142	69	3,73
2	C1260-BX-1	115	76	3,59
3	C1260-BX-1	107,88	62	3,46
4	C1260-BX-1	122,91	66	4,27
5	C1260-BX-1	118,29	59	3,90
...
n	CS1421-BX-1	134,82	73	3,77

У відповідні графи якої ми вносили інформацію з результатами спостережень, а саме тривалість виконання технологічного процесу розбирання ($t_{роз}$), тривалість виконання технологічного процесу складання ($t_{ск}$) та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу регенерації стартера ($T_{зтр}$) (таблиця 3.1.)

Спостереження проводились для автомобільних стартерів однієї моделі в декількох партіях, що надходять на регенерацію. Окрім того, нами було проведено статистичні спостереження удосконаленого технологічного процесу, в якому використовується машина для нанесення силікону. Результати відповідних досліджень наведені в розділі 4.

3.2. Методика визначення множини і тривалості елементарних технологічних операцій та правила побудови графічної моделі процесу

Технологічний процес ремонту (ТТР) являє собою скінченну множину взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО), які мають певну тривалість і виконуються одним або кількома виконавцями із застосуванням відповідної технології.

Таким чином, ТТР можна розглядати як структурну і динамічну систему, оскільки він складається з численних елементів, що взаємодіють між собою і формують єдине ціле. Структура технологічного процесу визначається сукупністю ЕТО, а також міжопераційними часовими і орієнтувальними зв'язками. Саме ця система зв'язків разом із розташуванням елементів обумовлює конструктивно-технологічний базис (КТБ). Отже, визначення множини ЕТО, їх тривалості та міжопераційних зв'язків можливе лише після вивчення конструктивних особливостей і передремонтного технічного стану об'єкта ремонту (ОР), а також аналізу технології та технічних засобів для її реалізації [8, 14].

Для досягнення цієї мети необхідно уточнити наступне:

- 1) перелік складальних одиниць і деталей, які підлягають обов'язковому демонтажу під час технологічного процесу:
 - а) елементів, що втратили робоздатність або мають залишковий ресурс, менший за міжремонтний;
 - б) тих, що ускладнюють або роблять неможливим доступ до елементів, зазначених у п. а);
- 2) операції розбирання та збирання ОР у межах ТПР;
- 3) інші ЕТО, включаючи миття, дефектацію, відновлення, регулювання, обкатку тощо;
- 4) види регламентованих технологічних операцій (РТО).

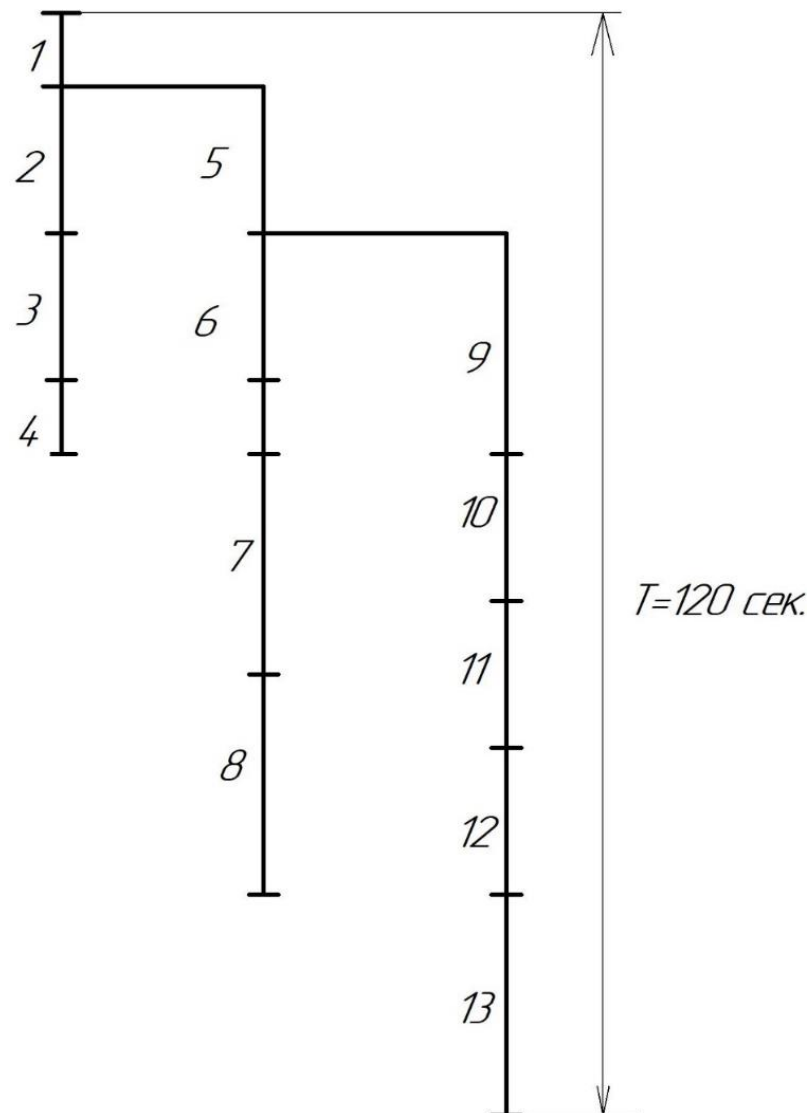


Рисунок 3.2 – Графічна модель технологічного процесу розбирання автомобільного стартера

Множина роботоздатних і низькоресурсних складальних одиниць визначається за результатами дослідження передремонтного технічного стану об'єкта ремонту (ОР). Перелік складальних одиниць, які ускладнюють або унеможливають доступ до нероботоздатних компонентів, формується за допомогою графічної моделі конструкції. Використання такої моделі дозволяє оперативно визначити, які елементи конструкції необхідно демонтувати (а згодом змонтувати назад), щоб забезпечити доступ до несправних складальних одиниць.

На основі графічної моделі конструкції також визначається множина елементарних технологічних операцій (ЕТО) для розбирання та збирання. У цих двох фазах технологічного процесу беруть участь як нероботоздатні складальні одиниці, так і ті, що обмежують доступ до них [8, 16].

Зміст інших ЕТО, необхідних для відновлення роботоздатності та ресурсу ОР, визначається технологією усунення дефектів відповідних складальних одиниць і деталей. Технологія також деталізує множину видів регламентованих технологічних операцій (РТО).

Міжопераційні часові зв'язки, які встановлюють порядок виконання ЕТО, визначаються шляхом аналізу вимог технології та конструктивних особливостей ОР. У цьому ключову роль відіграє графічна модель конструкції, яка дозволяє:

- а) оцінити можливість паралельного виконання ЕТО розбирання та збирання;
- б) виявити залежні конструктивні зв'язки між складальними одиницями різних рівнів, що можуть перетворюватися на ЕТО розбирання чи збирання, залежно від технічного стану.

Вимоги технології, що враховують технічний стан ОР, додають до ЕТО розбирання-збирання інші операції, такі як миття, дефектація, обкатування тощо. Однак основну структуру графічної моделі технологічного процесу визначає модель конструкції.

Міжопераційні орієнтувальні зв'язки визначаються на основі технічного стану об'єкта ремонту (ОР), рекомендацій технології, а також вибраного переліку регламентованих технологічних операцій (РТО).

Після уточнення елементарних технологічних операцій (ЕТО) та міжопераційних зв'язків слід оцінити тривалість кожної операції. Найбільш об'єктивними вважаються тривалості, отримані експериментально на спеціалізованих ремонтних підприємствах за допомогою методу фотохронометрування.

Завершальним етапом є побудова графічної моделі технологічного процесу (ТП). Вона виконується у вигляді графа типу "роботи-зв'язки", де ЕТО позначаються приєднаними векторами. Приєднаний вектор – це фізична, а не математична концепція, тому зміщення його положення є недопустимим. Довжина кожного вектора відповідає тривалості операції у вибраному масштабі, а напрямок вектора збігається з напрямком міжопераційного часового зв'язку між залежними операціями.

Така модель забезпечує графічне зображення ТП, що дозволяє чітко уявити розташування ЕТО і міжопераційних зв'язків. Графічна модель створюється за такими правилами [8, 16]:

1. Напрямок побудови: модель будується зверху вниз, збігаючись із напрямком відліку часу.
2. Початкова ЕТО: першою вказують фіктивну операцію з нульовою тривалістю та умовним кодом обладнання (максимальним серед кодів). Фіктивна операція необхідна для моделювання процесу за допомогою математичних програм.
3. Стартові ЕТО: після фіктивної операції зображають одну або кілька операцій, які можуть виконуватись паралельно. Можливість паралельного виконання визначається лише конструктивно-технологічними властивостями процесу (КТБ), без урахування фізичних можливостей працівників.

4. Позначення ЕТО: операції зображають у вигляді відрізків, довжина яких відповідає їх тривалості.

5. Залежні операції: після кожної початкової операції зображають залежні операції, пов'язані часовими зв'язками (конструктивного чи технологічного характеру).

6. Повне охоплення: процес повторюється, поки всі ЕТО не будуть розташовані на моделі.

Графічна модель ТП (рис. 3.2) має вигляд кількох паралельних "гілок", кожна з яких складається з ланцюжка послідовних ЕТО. Гілки можуть розгалужуватися та зливатися, але всі вони починаються з фіктивної операції.

Ця модель дозволяє визначити теоретичну мінімальну тривалість технологічного процесу $T_{mi} \rightarrow \{\min\}$ (рис. 3.2), а також слугує основою для розрахунку та оптимізації процесів ремонту за допомогою ПК.

3.3. Методика математичного опрацювання статистичних даних

Досить часто явища і процеси, що відбуваються як у сільськогосподарському так і у ремонтному виробництві мають випадковий характер, що дає змогу за їхніми кількісними характеристиками отримати емпіричні дані. Опрацювання таких даних здійснюють за певними математичними методами, які обґрунтовують на підставі теорії ймовірностей і математичної статистики.

В процесі перевірки емпіричні розподіли повинні узгоджуватися з теоретичними за спеціально розробленими в теорії ймовірностей статистичними критеріями [1, 2, 12, 18].

Для цього наведемо приклад методики розрахунку статистичних характеристик емпіричних величин.

Отримані результати досліджень дані емпіричного ряду необхідно розташувати у порядку їх зростання і таким чином сформувати варіаційний ряд [19]:

$$Y_1 < Y_2 < \dots < Y_N. \quad (3.1)$$

Наступним кроком є поділ варіаційного ряду на певну кількість k інтервалів. Кількість інтервалів визначається за формулою:

$$k = 1 + 3,32 \lg N, \quad (3.2)$$

де: N – число виконаних дослідів (обсяги вибірки).

Необхідний крок інтервалу визначаємо за формулою:

$$\Delta Y = \frac{Y_N - Y_1}{k}, \quad (3.3)$$

З метою полегшення розрахунків побудуємо табл. 3.2. для визначення статистичних характеристик.

Визначити частоту m_i попадання випадкової величини у кожен інтервал, а також розрахувати емпіричну частіть P_i :

$$P_i = \frac{m_i}{N} \quad (3.4)$$

Таблиця 3.2 – Розрахунок статистичних характеристик [12, 19]

№ з/п	Показник	N інтервалу				
		1	2	...	$k-1$	k
1	Інтервал $Y_i^H \dots Y_i^B$	$Y_1^H \dots Y_1^B$	$Y_2^H \dots Y_2^B$...	$Y_{k-1}^H \dots Y_{k-1}^B$	$Y_k^H \dots Y_k^B$
2	Середина інтервалу, Y_i	Y_1	Y_2	...	Y_{k-1}	Y_k
3	Частота, m_i	m_1	m_2	...	m_{k-1}	m_k
4	Емпірична частіть, $P_i = \frac{m_i}{N}$	P_1	P_2	...	P_{k-1}	P_k
5	$Y_i \cdot P_i$	$Y_1 \cdot P_1$	$Y_2 \cdot P_2$...	$Y_{k-1} \cdot P_{k-1}$	$Y_k \cdot P_k$
6	$(Y_i - Y_c)^2 \cdot P_i$	$(Y_1 - Y_c)^2 \cdot P_1$	$(Y_2 - Y_c)^2 \cdot P_2$...	$(Y_{k-1} - Y_c)^2 \cdot P_{k-1}$	$(Y_k - Y_c)^2 \cdot P_k$

б) Розрахувати статистичні характеристики (оцінки):
математичного сподівання

$$Y_c = \sum_{i=1}^k Y_i \cdot P_i; \quad (3.5)$$

дисперсії

$$D = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y_c)^2 \cdot P_i; \quad (3.6)$$

середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^k (Y_i - Y_c)^2 \cdot P_i}; \quad (3.7)$$

Коефіцієнт варіації відповідно визначаємо за формулою:

$$v = \frac{\delta}{Y_c - Y_{зм}}; \quad (3.8)$$

де: $Y_{зм}$ – зміщення (зони розкиду) випадкової величини Y відносно нуля.

Оцінку коефіцієнта варіації виконуємо за формулою (3.9) розраховують, якщо (зона розбіжності) значень показника Y має зміщення відносно нуля. За умови, що Y_1 варіаційного ряду не є помилковим (належить вибірці), вважають $Y_{зм} = Y_1$.

Виконання перевірки крайніх значень отриманого варіаційного ряду на належність вибірці. Перше Y_1 та останнє Y_N значення отриманого в процесі дослідження варіаційного ряду необхідно перевірити на належність їх вибірці (чи не є вони помилковими). Для цього ми скористаємося критерієм Ірвіна [12, 19]:

$$\lambda_{d1} = \frac{1}{\delta} (Y_2 - Y_1); \quad (3.10)$$

$$\lambda_{dN} = \frac{1}{\delta} (Y_N - Y_{N-1}). \quad (3.11)$$

Для цього розрахункові значення слід порівняти із табличними для заданої ймовірності ($0,95 < \alpha < 0,99$) та кількості дослідів N . У випадку якщо отримують $\lambda_d \leq \lambda_T$, то слід вважати, що крайні значення варіаційного ряду не

є помилковим. В іншому разі їх вилучають із ного та повторюють розрахунок статистичних характеристик.

У випадку якщо для виконання окремих дослідів (визначення кожного значення Y) необхідно затратити значні ресурси (кошти та час) важливою умовою є здійснити їх таку кількість, яка була б достатньою для оцінки статистичних характеристик. Зазвичай число N_d дослідів для розподілу слід визначати на підставі гарантування того, що відносна похибка (δ) оцінки математичного сподівання із заданою довірчою ймовірністю ($\alpha = 0,8...0,95$) яка не перевищує 10-20% [12, 19]:

$$N_d = \frac{v^2 t^2}{\delta^2}; \quad (3.12)$$

де: t – квантиль нормального розподілу.

Розрахункове значення N_d потрібно перевірити із дійсним, а також зробити висновок про доцільність виконання додаткових дослідів.

Користуючись даними отриманого варіаційного ряду побудуємо графік залежності між досліджуваною величиною і емпіричною частістю. Для цього метою на вісі абсцис за певним мірилом (не в масштабі) відкладають верхні, та нижні значення інтервалів величини Y , а на осі ординат відкладають значення емпіричної частоти.

На основі зовнішнього вигляду гістограми, а також за величиною коефіцієнта варіації можна висунути гіпотезу щодо теоретичної закономірності розподілу.

Наступним кроком є розрахунок теоретичної частоти. Для цього необхідно розрахувати значення густини функції розподілу ($f(Y_i)$) для кожного часткового інтервалу. Для теоретичного закону розподілу Вейбулла потрібно насамперед відшукати параметри мірила a і b [12, 19].

Для кожного наявного часткового інтервалу визначають теоретичну частість:

$$P_{Ti}(Y) = f(Y) \cdot \Delta Y, \quad (3.13)$$

де: ΔY – крок інтервалу.

Виконання перевірки близькості емпіричного і теоретичного розподілів здійснюється за критерієм χ^2 (χ^2 – квадрат, Пірсона) [12, 19]. Для цього відповідно для кожного часткового інтервалу необхідно розрахувати добуток $N \cdot P_{Ti}$. Виразити критерій за формулою:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k'} \frac{(m_i - N \cdot P_{Ti})^2}{N \cdot P_{Ti}}, \quad (3.14)$$

де: k' – кількість інтервалів (з урахуванням їх об'єднання).

Визначення числа ступенів вільності здійснюється за формулою:

$$r = k' - (n + 1), \quad (3.15)$$

де: n – число параметрів функції наявного теоретичного розподілу.

Задавшись рівнем значимості α ($\alpha = 0,05 \dots 0,1$), знайдемо для визначеного r , значення $(\chi^2)_{\alpha}$ та порівняємо його із розрахунковим. У випадку якщо $\chi^2 < (\chi^2)_{\alpha}$, тоді теоретичний розподіл відображає наявні емпіричні дані. В протилежному випадку близькість між емпіричним і теоретичним розподілом відсутня [12, 19].

Висновки до розділу 3

1. Модель конструкції об'єкта ремонту дозволяє проаналізувати її характеристики за такими параметрами:

- а) кількість рівнів, якщо ОР поділити на складальні одиниці та деталі;
- б) кількість рівнів, якщо ОР поділити лише на деталі;
- в) загальна кількість складальних одиниць;
- г) кількість деталей;
- д) число типів кріпильних з'єднань (різьбове, шпонкове, шлицьове тощо);
- е) кількість точок кріплення кожного типу;
- є) кількість працівників, які можуть одночасно виконувати розбирання ОР.

2. Технологічний процес ремонту (ТПР) представляє собою кінцеву сукупність взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО) певної тривалості, які виконуються одним або кількома виконавцями із застосуванням визначеної технології.

3. Використання стандартизованих математичних методик для аналізу статистичних даних, отриманих у виробничих експериментах, створює підстави для впевненості в достовірності отриманих результатів.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ

4.1. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів

Для кількісної оцінки показників трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів ми організували збір відповідних статистичних даних випадкових величин.

Тому, під статистичною випадковою величиною ми приймали відлік часу, що є необхідний для виконання того чи іншого обсягу (виду) робіт.

Нами досліджувалась тривалість виконання розбирально-складальних робіт, а також загальна тривалість виконання ремонтних робіт. З метою спрощення виконання досліджень та для формування відповідного масиву даних було сформовано відповідну таблицю (табл. 3.1). У відповідні графи якої ми вносили інформацію з результатами спостережень, а саме: час на виконання технологічного процесу розбирання ($t_{роз}$, сек), час на виконання технологічного процесу складання ($t_{ск}$, сек) та загальна трудомісткість технологічного процесу регенерації стартера ($T_{зтр}$ люд·год).

В результаті отримані нами статистичні дані опрацьовувалися за відповідною методикою, що була наведена у розділі 3. Відповідно до неї було встановлено і побудовано розподіли тривалостей виконання технологічних процесів розбирання, складання та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області відповідно рисунки 4.1, 4.2 та 4.3.

На підставі критерію χ^2 Пірсона було встановлено, що статистичний розподіл тривалості виконання технологічного процесу розбирання у даному підприємстві відображається нормальним законом розподілу. Диференціальна функція розподілу наступна [12, 19]:

$$f(t_{роз}) = 0,039 \times \exp \left[-\frac{(t_{роз} - 119,403)^2}{207,06} \right] \quad (4.1)$$

Статистичні характеристики даного розподілу наступні: математичне сподівання – 119,403 сек.; середньоквадратичне відхилення – 10,175 сек.; коефіцієнт варіації – 0,416. Вибірку було зроблено для 84 подій. Інші статистичні характеристики зазначеного розподілу наведено в дод. А.1.

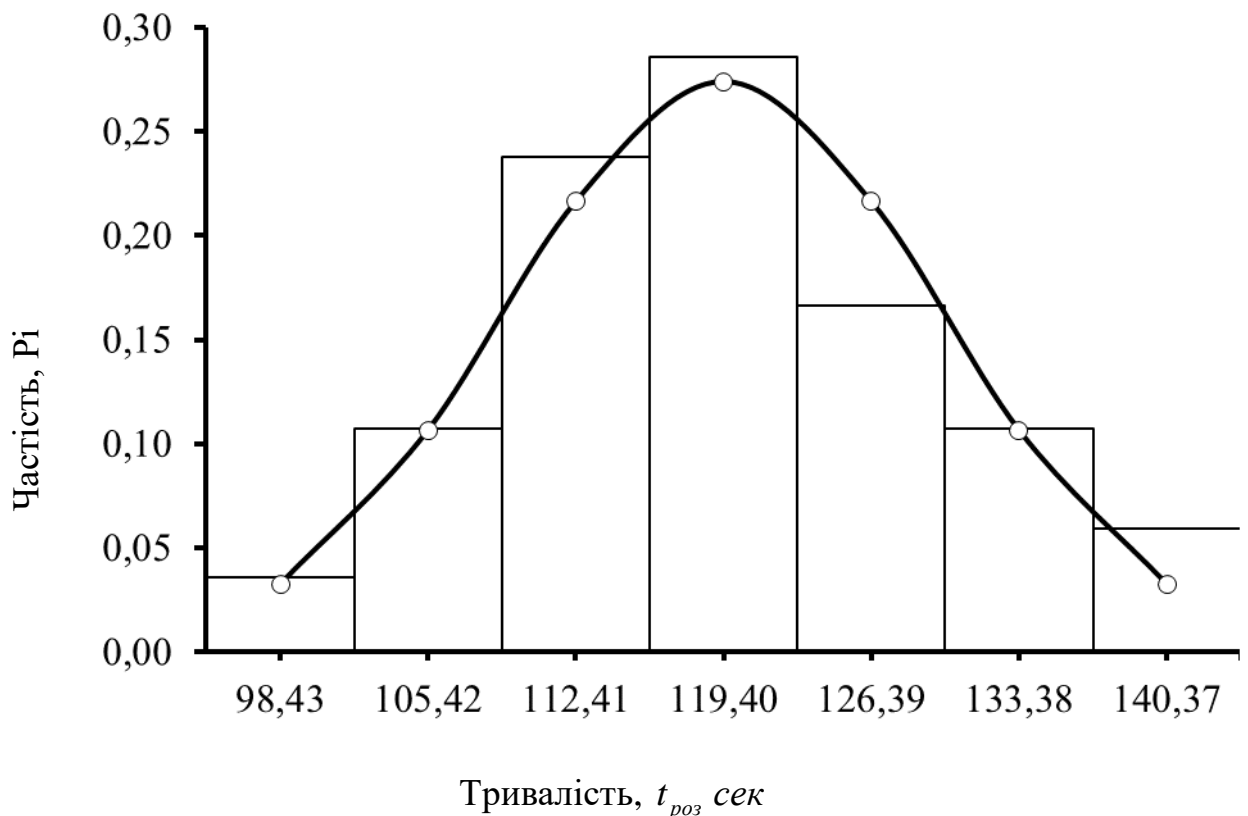


Рисунок 4.1 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічного процесу розбирання стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

Відповідним чином також було встановлено і статистичні розподіли часу на виконання технологічного процесу складання та трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна», які також відображається нормальним законом розподілу (рис. 4.2 та рис. 4.3).

Диференціальні функції розподілу яких наступні:

$$f(t_{ck}) = 0,069 \times \exp \left[-\frac{(t_{ck} - 66,817)^2}{65,12} \right]; \quad (4.2)$$

$$f(T_{zag}) = 1,583 \times \exp \left[-\frac{(T_{zag} - 3,806)^2}{0,127} \right]; \quad (4.3)$$

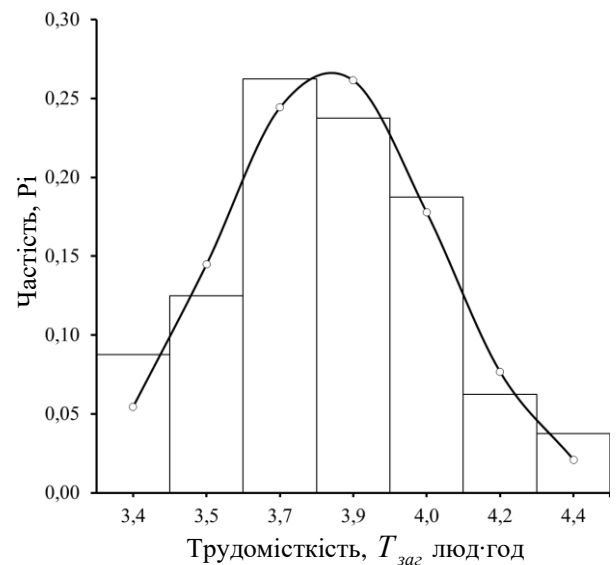
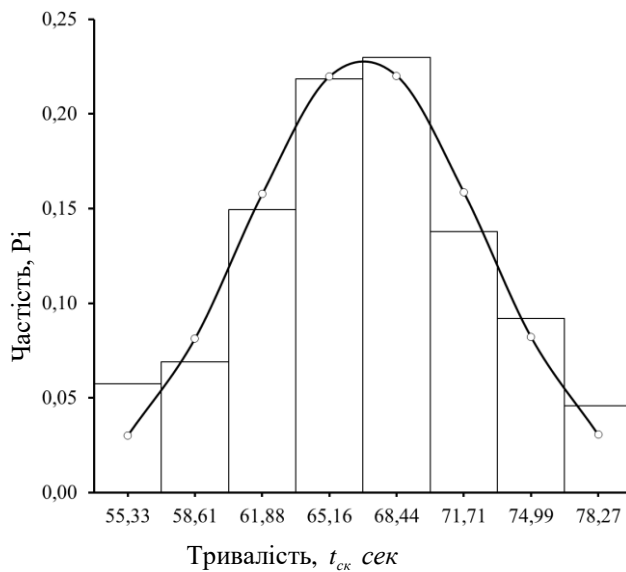


Рисунок 4.2 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічного процесу складання стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

Рисунок 4.3 – Гістограма та теоретична крива розподілу загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

Статистичні характеристики даних розподілів наступні:

- для трудомісткості виконання технологічного процесу складання стартерів математичне сподівання – 66,817 сек.; середньоквадратичне відхилення – 5,706 сек.; коефіцієнт варіації – 0,435. Вибірку було зроблено для 87 подій;
- для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів математичне сподівання –

3,806 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 0,252 люд·год;
коефіцієнт варіації – 0,471. Вибірку було зроблено для 80 подій.

Інші статистичні характеристики даного розподілу наведено в дод. А.2.
та А.3

4.2. Результати оцінення показників трудомісткості удосконаленого технологічного процесу регенерації стартерів

З метою удосконалення технологічного процесу регенерації стартерів в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області нами було запропоновано здійснити пошук для можливої автоматизації певних операцій.

Виконавши аналіз операцій в технологічному процесі регенерації стартерів нами було встановлено, що на етапі складання стартера операція з нанесення силікону на кришку здійснюється в ручну, та могла б бути автоматизованою. Теоретично це дало б змогу підвищити: продуктивність процесу – оскільки рухи ємності із силіконом можна оптимізувати і вона не втомлюється в процесі роботи; якість процесу – оскільки її виконання потребує певних навиків від працівника (рис. 4.4.).



Рисунок 4.4 – Фрагмент технологічної операції нанесення силікону на кришку стартера в ручну в умовах ДП “Роберт Бош Продакшн Україна”

Для оцінки рівня підвищення продуктивності, використовуючи методику наведену в пунктах 3.1 та 3.3. нами було попередньо проведено дослідження тривалості виконання технологічної операції з нанесення силікону на кришку стартера.

На підставі критерію χ^2 Пірсона було встановлено, що статистичний розподіл тривалості технологічної операції нанесення силікону на кришку стартера у даному підприємстві відображається нормальним законом розподілу. Диференціальна функція розподілу наступна [12, 19]:

$$f(t_{н.с.}) = 0,054 \times \exp \left[-\frac{(t_{н.с.} - 56,896)^2}{110,65} \right] \dots \quad (4.1)$$

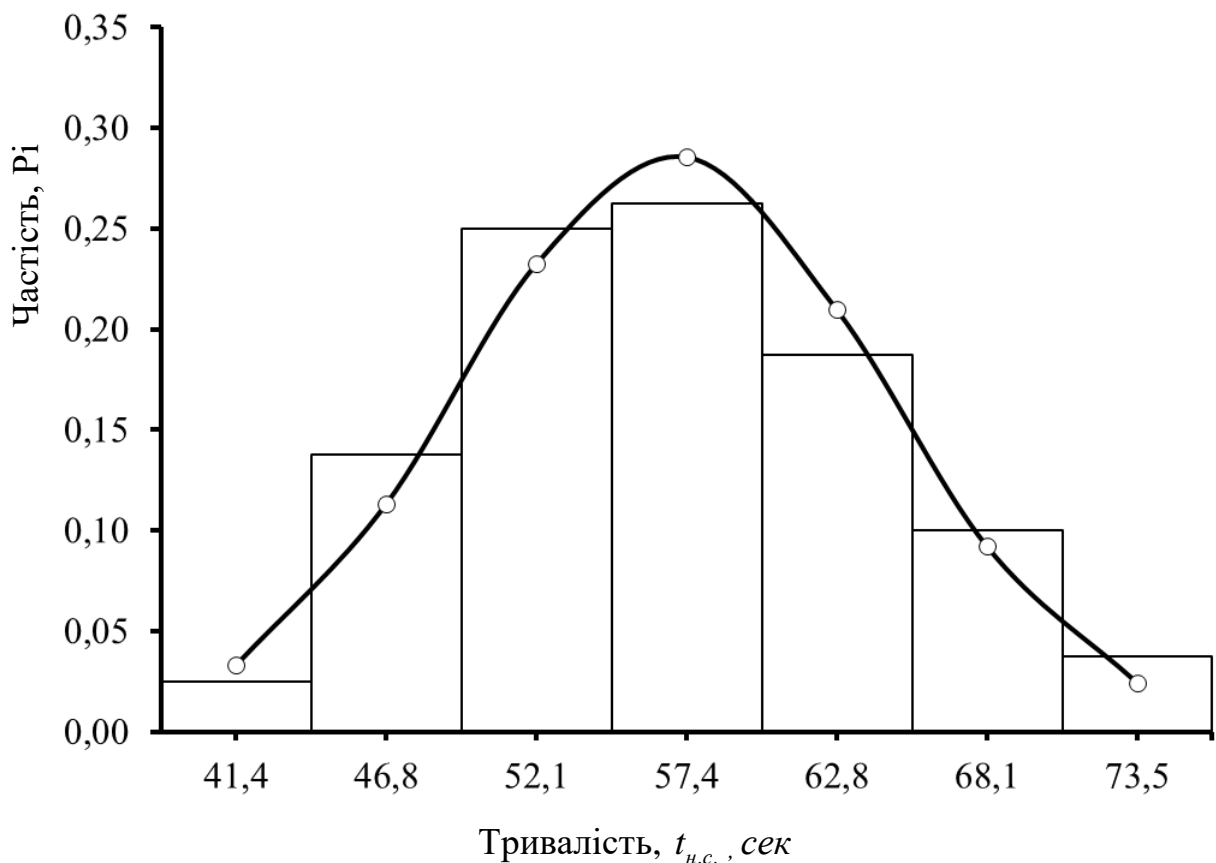
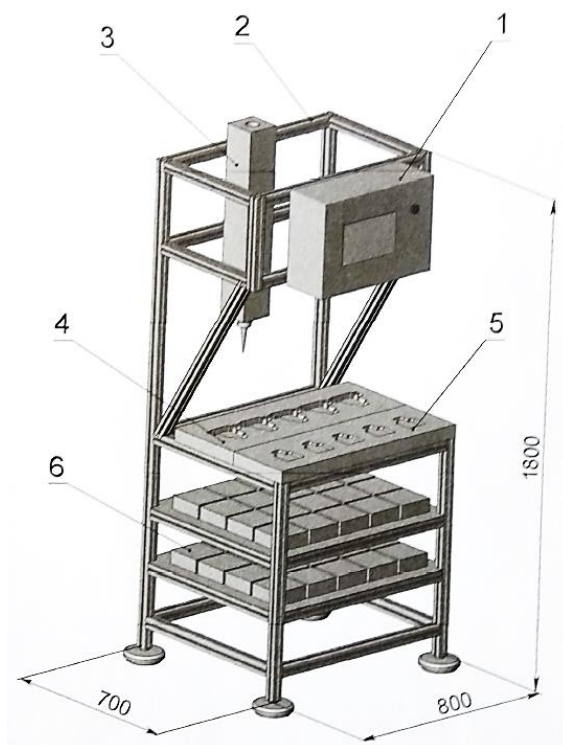


Рисунок 4.5 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічної операції нанесення силікону на кришку стартера в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

Статистичні характеристики даного розподілу наступні: математичне сподівання – 56,896 сек.; середньоквадратичне відхилення – 7,438 сек.; коефіцієнт варіації – 0,410. Вибірку було зроблено для 80 подій. Інші статистичні характеристики зазначеного розподілу наведено в дод. А.4.

Для автоматизації технологічної операції нанесення силікону на кришку стартера нами було запроєктовано та виготовлено в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» автоматичну машину (яка отримала маркування UES-024A – universal engineering solution) (рис. 4.6.).



а)



б)

Рисунок 4.6 – Загальний вигляд (а) та розміщення в технологічному процесі (б) автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A: 1 – пульт керування сенсорним екраном; 2 – рама; 3 – блок нанесення силікону; 4 – матриця з корпусами стартера; 5 – матриця з ущільнюючими прокладками; 6 – готова продукція на висушуванні

Впровадивши дану машину у виробничий процес та налагодивши його нами повторно було проведено статистичні спостереження стосовно тривалості виконання технологічної операції нанесення силікону машиною

UES-024A. Результати спостережень засвідчили, що тривалість даної операції не має флуктуацій, а час на її виконання становить $t_{н.с.} = 12$ сек.

Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок про те, що впровадження автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A уможливило скоротити технологічний процес складання стартерів на 78,94% (45 сек). Що в загальному враховуючи річну програму підприємства в 340 тис. стартерів дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу регенерації в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» на 4250 люд·год. на рік.

Висновки до розділу 4

1. Здійснене нами математичне опрацювання отриманих в результатів формування варіаційного ряду емпіричних даних використовуючи методи математичної статистики уможливило за допомогою критерію χ^2 – Пірсона встановити те, що час на виконання технологічної операції розбирання ($t_{роз}$), час на виконання технологічної операції складання ($t_{ск}$) та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу регенерації стартерів ($T_{заг}$) відображається нормальним законом розподілу.

2. Статистичні характеристики розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання стартерів наступні: математичне сподівання – 119,403 сек.; середньоквадратичне відхилення – 10,175 сек.; коефіцієнт варіації – 0,416 (вибірку було зроблено для 84 подій); відповідно для складання стартерів для трудомісткості виконання технологічної операції складання стартерів математичне сподівання – 66,817 сек.; середньоквадратичне відхилення – 5,706 сек.; коефіцієнт варіації – 0,435 (вибірку було зроблено для 87 подій); відповідно для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів: для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів математичне сподівання – 3,806 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 0,252 люд·год; коефіцієнт варіації – 0,471 (вибірку було зроблено для 80 подій).

3. Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок проте те, що впровадження автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A уможливило скоротити технологічний процес складання стартерів на 78,94% (45 сек). Що в загальному враховуючи річну програму підприємства в 340 тис. стартерів дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу регенерації в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» на 4250 люд·год. на рік

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Положення охорони праці на ремонтних підприємствах

Охорона праці є однією з основних складових забезпечення безпечних умов роботи на будь-якому підприємстві, особливо на ремонтних підприємствах, де працівники піддаються підвищеним ризикам через специфіку робіт. Діяльність у сфері охорони праці регулюється законодавством України, а саме Законом України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ, а також іншими нормативно-правовими актами.

Ремонтне підприємство, яке займається регенерацією стартерів, повинно дотримуватися чинних нормативних документів України з охорони праці. На підприємстві повинні бути розроблені та затверджені локальні положення з охорони праці, які враховують специфіку ремонтних робіт, технологічний процес, а також особливості обладнання.

До основних завдань служби охорони праці належать [10, 13]:

- створення безпечних умов праці;
- регулярне проведення навчань і інструктажів для персоналу;
- проведення медичних оглядів працівників відповідно до Наказу МОЗ України № 246 від 21 травня 2007 року "Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій";
- контроль за дотриманням вимог з охорони праці відповідно до Кодексу законів про працю України та Закону України «Про охорону праці».

Процес регенерації стартерів включає роботи з розбирання, діагностики, ремонту, збирання та тестування електричних компонентів, що потребує особливої уваги до електробезпеки та механічної безпеки

працівників. Оцінка ризиків є важливою складовою організації охорони праці, яка включає такі етапи [10, 13]:

- ідентифікацію можливих небезпек, пов'язаних з електричними і механічними впливами;
- оцінку шкідливих факторів, таких як підвищений шум, вібрація, температура;
- введення контролюючих заходів для запобігання можливим травмам та захворюванням згідно з Державними санітарними нормами і правилами "СанПіН 2.2.2/2.4.4-171-10", що регламентують вимоги до санітарно-гігієнічних умов праці.

Для зниження ризиків, пов'язаних з процесом регенерації стартерів, персонал повинен забезпечуватися індивідуальними засобами захисту (ІЗЗ). Використання ІЗЗ регулюється Наказом Держгірпромнагляду № 53 від 16 березня 2007 року "Про затвердження Правил безпеки праці під час роботи з інструментом та пристроями". Серед основних ІЗЗ, які використовуються на підприємствах подібного профілю, можна виділити [10, 13]:

- захисні окуляри для захисту очей від металевих частинок;
- спеціальні рукавички для захисту рук під час роботи з механічними інструментами;
- спецодяг, стійкий до забруднень і механічних пошкоджень;
- засоби захисту органів слуху для зниження рівня шуму на робочих місцях;
- респіратори або маски при роботі з хімічними речовинами або у разі ризику утворення пилу.

Забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці є невід'ємною частиною системи охорони праці. На ремонтних підприємствах повинні бути облаштовані спеціальні робочі зони з відповідною вентиляцією для уникнення накопичення шкідливих речовин та пилу. Важливими заходами також є:

- підтримання оптимальної температури і вологості у робочих приміщеннях відповідно до СанПіН 2.2.4-171-10;

- встановлення систем локальної витяжної вентиляції над місцями, де проводяться операції, пов'язані з виділенням пилу чи газів;
- регулярне прибирання робочих зон, зокрема тих, де відбувається демонтаж або обробка частин стартерів.

Враховуючи те, що стартери є електричними пристроями, працівники під час ремонту стикаються з ризиками, пов'язаними з електричним струмом. Електробезпека регламентується Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затвердженими наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Для забезпечення електробезпеки на підприємстві впроваджуються наступні заходи:

- використання обладнання з заземленням, особливо на ділянках з підвищеною вологістю;
- проведення регулярних оглядів електромереж і контактів на предмет можливих пошкоджень або зносу;
- заборона самостійного проведення ремонтних робіт на електрообладнанні без відповідного допуску та інструктажу.

На ремонтних підприємствах існує підвищений ризик виникнення пожежі через наявність електрообладнання та горючих матеріалів. Пожежна безпека регулюється Правилами пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року. Тому важливими аспектами пожежної безпеки є [10, 13]:

- забезпечення підприємства вогнегасниками, пожежними щитами та автоматичними засобами пожежогасіння;
- наявність вільних та чітко позначених шляхів евакуації;
- проведення регулярних інструктажів з пожежної безпеки для працівників.

На підприємстві повинна функціонувати система регулярного контролю за дотриманням вимог охорони праці. Це може включати:

- призначення відповідальної особи, яка відповідає за контроль виконання правил і норм охорони праці;

- проведення внутрішніх аудитів і перевірок робочих місць на відповідність нормативним вимогам;
- фіксацію та аналіз випадків порушення вимог з охорони праці з метою запобігання повторенню таких ситуацій.

Забезпечення належного рівня охорони праці на підприємствах, що займаються регенерацією стартерів, є важливою умовою для збереження здоров'я працівників та ефективного функціонування виробництва. Створення безпечних умов праці, використання індивідуальних засобів захисту, проведення інструктажів і постійний контроль за дотриманням норм і правил з охорони праці є необхідними складовими для запобігання травм і зниження ризиків на підприємстві.

5.2. Моделювання процесів виникнення аварій та травм

Для моделювання виникнення аварійних ситуацій і травматизму під час роботи з установкою, призначеною для дослідження процесів розбирання та складання підшипникових вузлів, використовується метод логічного моделювання, що відображає формування небезпечних ситуацій і наслідків.

Створимо логіко-імітаційну модель травматизму, який може виникнути при експлуатації установки для вивчення процесів розбирання та складання підшипників (рис. 5.1). Найнебезпечнішим фактором під час роботи з установкою є ризик ураження електричним струмом. Головною подією моделі виступає «ураження», а її логічний аналіз за допомогою операторів "І", "АБО" дозволяє зв'язати цю подію з наступними подіями, що зумовлюють її виникнення, аж до кінцевих подій, з яких складається «дерево відмов і помилок». Завершальні події, або ж базові, формують основу для розвитку головної події: «ураження» [10, 13].

Модель, зазвичай, починається з головної події — ураження електричним струмом, а наступні етапи моделювання подій розміщуються

зверху вниз, досягаючи базових подій (рис. 5.1). Кожен блок рисунка має номер, який вказує на певну подію або етап побудови моделі [10, 13]:

- головна подія — відмова (травма) системи;
- ланцюжок подій, що призводять до відмови;
- послідовність подій подається за допомогою операторів "І", "АБО";
- прямокутник означає подію, яка є результатом дії оператора;
- базові події позначаються кружечками з підписами всередині — це крайня межа аналізу моделі ("дерево помилок");
- ромб символізує нерозкрити подію (подію, яка потребує додаткових досліджень).

Головна подія, ураження електричним струмом (номер 13), виникає внаслідок події номер 11 – пробивання на корпус, і нерозкритої події номер 12 – працівник торкається установки. Подія 11 (пробивання на корпус) трапляється через подію номер 7 – пошкодження ізоляції, або подію номер 10 – неправильне під'єднання до мережі. Подія номер 7 (пошкодження ізоляції) може бути спричинена подією номер 3 – перегрівом дроту, або подією номер 6 – механічним пошкодженням. Подія номер 10 (неправильне підключення до мережі) виникає через базову подію номер 8 – контрольний стан, або базову подію номер 9 – професійний рівень працівників. Подія номер 3 (перегрів дроту) зумовлена базовою подією номер 1 – контрольний стан, або базовою подією номер 2 – професійний рівень персоналу. Подія номер 6 (механічне пошкодження) може бути наслідком події номер 4 – контрольний стан, або базової події номер 5 – рівень професійної підготовки працівників.

Події в моделі пронумеровано як 1, 2, 3...12, 13, де кожне число відповідає конкретній події, а ймовірності подій позначаються як 0,3; 0,5 тощо. Контроль стану ізоляції силового дроту має ключове значення: у базовій події 2, «професійний рівень» позначає помилковий розрахунок діаметра дроту під час конструювання стенда. Базова подія 4, яка відповідає за «стан контролю» для події 6 — «механічне пошкодження», передбачає нагляд за станом ізоляції силового дроту. У базовій події 5, що також стосується події 6, важливим

фактором є професіоналізм проведення робіт у зоні силового кабелю, що знижує ризик його пошкодження.

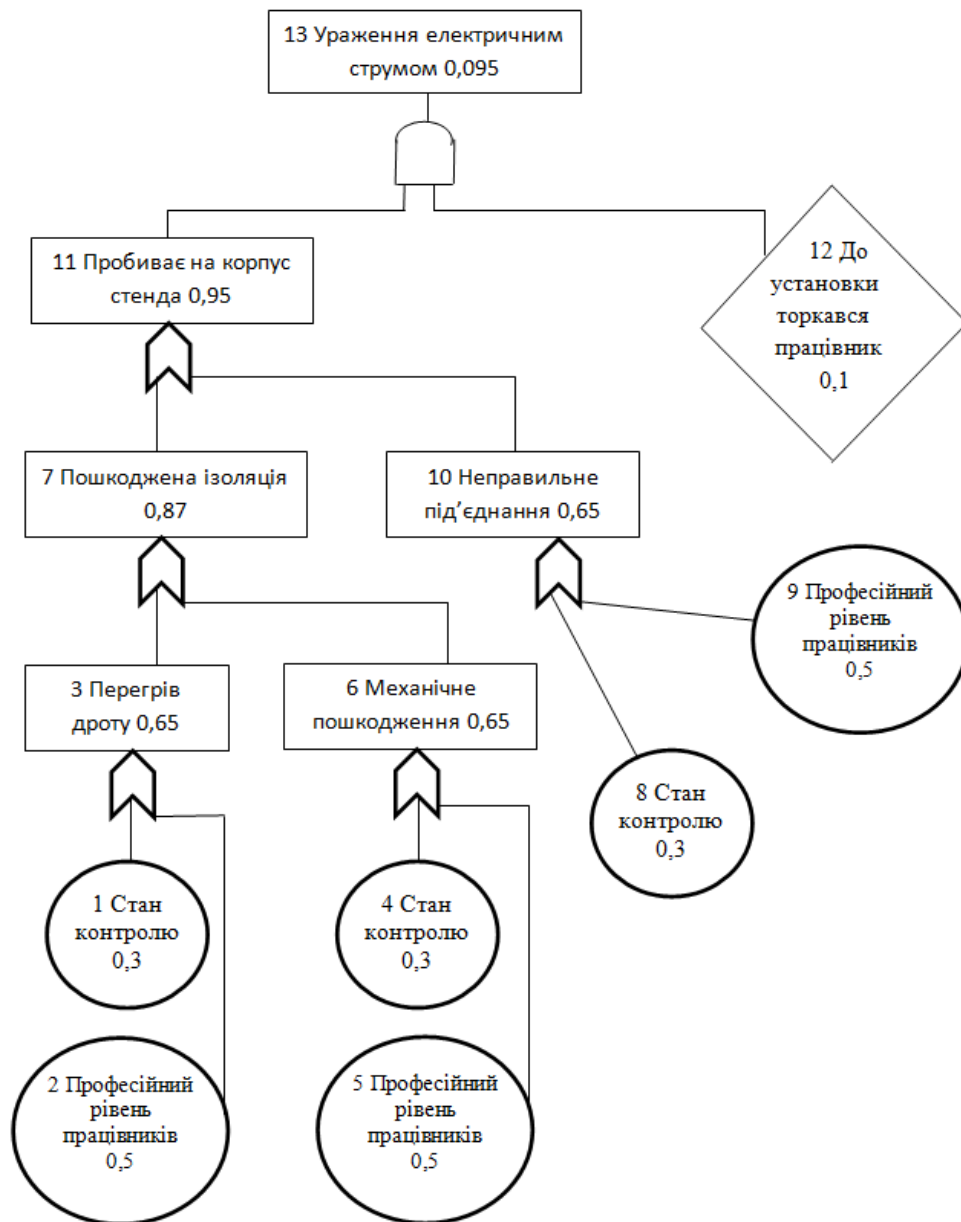


Рисунок 5.1 – Логіко-імітаційна модель процесу виникнення травми у працюючого під час технологічного процесу регенерації стартерів

Для події 10, яка описує «неправильне під'єднання», базова подія 8, «стан контролю», стосується нагляду за станом стенда (ЩТО), тоді як базова подія 9, що також впливає на подію 10, пов'язана з професійним рівнем працівника, який має забезпечити правильне підключення стенда.

5.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методика оцінювання рівня небезпеки для робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачає визначення об'єктивного критерію (індикатора) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. У ролі такого критерію обрано ймовірність виникнення аварій або травматичних випадків, залежно від аналізованого явища [10, 13].

Щоб оцінити рівень небезпеки установки, призначеної для дослідження процесів розбирання та складання стартерів, можна використати метод розрахунку ймовірності виникнення випадкових подій, який широко застосовується в інженерній практиці за кордоном.

Ймовірність базових подій визначається на основі виробничих даних. Наприклад, для базової події «стан контролю з охорони праці» важливо встановити відсоток (%) від ідеального рівня, на якому на об'єкті здійснюється відповідний контроль. Якщо, скажімо, рівень контролю становить 30 %, то ймовірність відповідної події дорівнює 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становить 1, тоді як для ідеального контролю ймовірність дорівнює 0.

Для базових подій 1, 4, 8, що пов'язані з «станом контролю», ймовірність приймаємо на рівні 0,3, а для базових подій 2, 5, 9, що описують «професійний рівень», ймовірність дорівнює 0,5.

Таким чином, модель (рис. 5.1) підготовлена до математичного аналізу. Для розрахунку ймовірностей випадкових подій у логіко-імітаційній моделі застосовуються відповідні формули. Обчислення ймовірності травмування здійснюється на основі логіко-імітаційної моделі формування процесу [10, 13].

1. Ймовірність події P_3 :

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2, \quad (5.1)$$

Умовно приймаємо, що ймовірність базових подій $P_1 = 0,3$, а $P_2 = 0,5$.

Підставивши дані ймовірностей базових подій, одержимо:

$$P_3 = 0,3 + 0,5 - 0,3 \cdot 0,5 = 0,65$$

Слід зауважити, що обчислення ймовірностей випадкових подій проводяться відповідно до положень булевої алгебри.

Аналогічно обчислюємо ймовірність інших подій залежно від їх номера.

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,65; \quad (5.2)$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 = 0,87; \quad (5.3)$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,65; \quad (5.4)$$

$$P_{11} = P_7 + P_{10} - P_7 \cdot P_{10} = 0,95; \quad (5.5)$$

$$P_{13} = P_{11} \cdot P_{12} = 0,095. \quad (5.6)$$

Таким чином, за умови наявних недоліків з охорони праці, зазначених у базових подіях, під час роботи установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів можна очікувати приблизно 9,5 випадків травмування на 100 робочих місць. Це значення округлюється до цілого числа, оскільки кожна травма є окремим випадком, що в результаті дає 10 травм на 100 робочих місць, зумовлених факторами охорони праці [10, 13].

Крім цього, на даному робочому місці можливі й інші небезпеки, які можуть призвести до травмування з інших причин. Наприклад, такими причинами можуть бути неефективний контроль або недостатній професійний рівень працівників. У таких випадках буде необхідно побудувати більш комплексну модель, яка врахує всі ці фактори, щоб отримати повніший результат при розрахунку ймовірностей.

5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека у надзвичайних ситуаціях (НС) є невід'ємною частиною забезпечення охорони праці, особливо на підприємствах з підвищеними виробничими ризиками. Надзвичайні ситуації можуть виникати через природні або техногенні причини, призводячи до травм, загибелі працівників та значних матеріальних збитків. Важливою складовою системи охорони праці

є розробка планів дій, навчання персоналу та впровадження заходів для мінімізації ризиків.

В Україні НС класифікуються відповідно до Закону України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру". Основні типи НС включають [10, 13, 15]:

- Природні НС: повені, зсуви, землетруси, шторми.
- Техногенні НС: пожежі, вибухи, витік шкідливих речовин.
- Соціальні НС: терористичні акти, злочини на території підприємства.
- Екологічні НС: витіки токсичних речовин, що загрожують здоров'ю та безпеці працівників.

Залежно від специфіки підприємства, зокрема робіт з ремонту стартерів, головна увага приділяється запобіганню техногенних та екологічних НС.

Система безпеки у надзвичайних ситуаціях регулюється законодавством України, зокрема [10, 13, 15]:

- Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій" – визначає заходи та обов'язки підприємств у випадку НС.
- Кодекс цивільного захисту України – регламентує діяльність з попередження та ліквідації наслідків НС.
- Закон України "Про охорону праці" – встановлює вимоги до безпечних умов праці, особливо у ситуаціях з підвищеним ризиком.

На підприємствах можуть бути розроблені внутрішні нормативні акти, які регулюють порядок дій при НС відповідно до вимог законодавства.

Ефективна система безпеки під час НС включає кілька основних елементів [10, 13, 15]:

- Система моніторингу та раннього оповіщення: постійний контроль стану обладнання, вентиляції та аварійного оповіщення.

- План евакуації: забезпечує безпечні та швидкі шляхи виходу з приміщень. План містить детальний опис маршрутів евакуації, вказівники на місця збору, аварійні виходи.
- Протипожежні заходи: передбачають регулярну перевірку систем пожежної безпеки, забезпечення підприємства вогнегасниками та аварійними виходами.
- Навчання персоналу: проведення регулярних тренувань, інструктажів та навчальних занять щодо дій під час НС. Це сприяє швидшій і більш злагодженій реакції працівників на можливі загрози.

Для кожного типу НС на підприємстві повинні бути розроблені чіткі інструкції, включаючи:

- Заходи при пожежах: автоматична система оповіщення, інструкції для працівників щодо швидкої евакуації, регулярні тренування.
- Дії при аваріях із викидом шкідливих речовин: забезпечення вентиляції, засоби індивідуального захисту, чіткий план дій для обмеження поширення токсичних речовин.
- Заходи при природних катаклізмах: визначення безпечних зон для укриття персоналу, забезпечення запасів води, медикаментів.
- Медична допомога: надання працівникам інструкцій з першої допомоги, оснащення приміщень аптечками та співпраця з місцевими медичними закладами.

Етапи управління надзвичайними ситуаціями [10, 13, 15]

1. Профілактика

Профілактика включає регулярні перевірки обладнання, контроль за дотриманням правил безпеки, навчання персоналу. Основною метою профілактичних заходів є зниження ймовірності виникнення НС шляхом своєчасного виявлення порушень.

2. Підготовка до надзвичайних ситуацій

Цей етап охоплює розробку планів дій на випадок НС, підготовку обладнання та систем оповіщення, тренування працівників. Такі заходи

допомагають забезпечити оперативну та ефективну реакцію на можливу небезпеку.

3. Реагування на надзвичайну ситуацію

У разі виникнення НС на перший план виходить оперативність дій. Здійснюється запуск систем оповіщення, організовується евакуація, персонал діє згідно з інструкціями та планом евакуації. Підприємство також повинне оперативно повідомити відповідні служби для надання необхідної допомоги.

4. Ліквідація наслідків

На цьому етапі проводяться заходи з усунення наслідків НС, включаючи ремонт приміщень та обладнання, санітарну обробку приміщень, надання допомоги постраждалим. Після ліквідації наслідків працівники мають повернутися до безпечних умов праці.

5. Відновлення і аналіз.

Після ліквідації наслідків НС проводиться аналіз обставин, що призвели до неї, з метою визначення ефективності вжитих заходів та виявлення можливих помилок. За результатами аналізу розробляються рекомендації для запобігання подібним випадкам у майбутньому.

Для ефективної роботи під час НС підприємство повинно співпрацювати з Державною службою України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), місцевими медичними установами, поліцією. Підприємство зобов'язане надавати цим службам інформацію про ситуацію та допомогу в ліквідації наслідків НС. Завчасно укладені договори з місцевими лікарнями та рятувальними службами дозволяють швидко залучати допомогу у випадку потреби.

Висновки до розділу 5

1. Охорона праці є однією з основних складових забезпечення безпечних умов роботи на будь-якому підприємстві, особливо на ремонтних підприємствах, де працівники піддаються підвищеним ризикам через специфіку робіт. Основна мета охорони праці полягає в створенні безпечних та здорових умов праці, мінімізації виробничих ризиків та попередженні нещасних випадків.

2. Для моделювання виникнення аварійних ситуацій і травматизму під час роботи з установкою, призначеною для дослідження процесів розбирання та складання підшипникових вузлів, використовується метод логічного моделювання, що відображає формування небезпечних ситуацій і наслідків.

3. Методика оцінювання рівня небезпеки для робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачає визначення об'єктивного критерію (індикатора) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. У ролі такого критерію обрано ймовірність виникнення аварій або травматичних випадків, залежно від аналізованого явища.

4. Щоб оцінити рівень небезпеки установки, призначеної для дослідження процесів розбирання та складання стартерів, можна використати метод розрахунку ймовірності виникнення випадкових подій, який широко застосовується в інженерній практиці за кордоном.

5. Для ефективної роботи під час НС підприємство повинно співпрацювати з Державною службою України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), місцевими медичними установами, поліцією. Підприємство зобов'язане надавати цим службам інформацію про ситуацію та допомогу в ліквідації наслідків НС. Завчасно укладені договори з місцевими лікарнями та рятувальними службами дозволяють швидко залучати допомогу у випадку потреби.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ

Визначення собівартості впровадження у технологічний процес регенерації стартерів автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A.

Витрати на впровадження автоматичної машини для нанесення силікону знаходять за формулою [9, 16]

$$C_B = C_{ЗП} + C_M + C_{В.А.} + C_{ПР} \cdot \frac{\%HP}{100}, \quad (6.1)$$

де $C_{ЗП}$ – основна і додаткова заробітна плата працівників з порушеннями, яка витрачається на виготовлення стенда, грн;

C_M – вартість матеріалів і деталей, виготовлених на виготовлення пристосування, грн;

$C_{В.А.}$ – вартість вузлів і агрегатів, витрачених на виготовлення пристрою, грн;

$З_{ПР} = (C_{ЗП} + C_M)$ – прямі витрати на виготовлення пристосування, грн;

$\%HP$ – відсоток накладних витрат.

Витрати на зарплату розраховують за формулою

$$C_{ЗП} = C_{ОЗР} + C_{ДОД} + C_N, \quad (6.2)$$

де $C_{ОЗР}$ – основна заробітна плата, грн;

$C_{ДОД}$ – додаткова заробітна плата, грн;

C_N – порушення на заробітну плату, грн.

Основну заробітну плату розраховують, виходячи з норм часу, розрядів робіт і тарифних ставок, за формулою [9, 16].

$$C_O = \frac{\sum t_{j1} \cdot C_{P1}}{60} + \frac{\sum t_{j2} \cdot C_{P2}}{60} + \dots + \frac{\sum t_{j6} \cdot C_{P6}}{60}, \quad (6.3)$$

де $\Sigma t_{j1}, \Sigma t_{j2}, \dots, \Sigma t_{j6}$ – суми тривалостей операцій першого – шостого розрядів на виготовлення стенда, хв;

$C_{P1}, C_{P2}, \dots, C_{P6}$ – погодинні тарифні ставки робітників першого – шостого розрядів, грн/год.

Приймаємо середній розряд роботи – 4, а середню погодинну тарифну ставку – 142,86 грн/год; трудомісткість виготовлення пристрою – 80 люд·год.

Тоді на підставі формули (6.3) одержимо:

$$C_{OЗР} = 142,86 \cdot 80 = 11428,57 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗР} = 0,065 \cdot 11428,57 = 742,86 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗР} + C_{ДЗП}) = 0,044 (11428,57 + 742,86) = 535,54 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата виробничих працівників буде становити

$$C_{ЗПН} = 11428,57 + 742,86 + 535,54 = 12706,97 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт складає $T_{кон} = 75$ люд·год., а середня годинна заробітна плата конструкторів і технологів $Z_{ce} = 210,88$ грн. отримаємо.

$$C_{OЗК} = 75 \cdot 210,88 = 15816,33 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗК} = 0,065 \cdot 15816,33 = 1028,06 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальний захист ($C_{ВЗП}$):

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗК} + C_{ДЗП}) = 0,044 \cdot (15816,33 + 1028,06) = 741,15 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата інженерно-технічного персоналу буде становити

$$C_{зпн} = 15816,33 + 1028,06 + 741,15 = 17585,54 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення пристрою визначається за виразом [9, 16]:

$$C_m = \sum M_m \cdot C_m \cdot A_m; \quad (6.4)$$

де C_m – ціна матеріалу (для сталі $C_m = 55$ грн./кг., для фарби $C_m = 140$ грн./кг.),

A_m – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати ($A_m = 1,1$);

M_m – маса матеріалу (для сталі $M_m = 3$ кг, для фарби $M_m = 1$ кг).

За формулою (6.4) отримаємо

$$C_m = (3 \cdot 55 + 1 \cdot 140) \cdot 1,1 = 335,50 \text{ грн.}$$

Тоді прямі витрати

$$З_{пр} = C_{зпн} + C_m = 12706,97 + 17585,54 + 335,50 = 30628,01 \text{ грн.} \quad (6.5)$$

Вироби, які необхідно закупити, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Стандартні вироби які необхідні для виготовлення автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A

№ з/п	Кількість	Од. виміру	Опис товару/послуги	Ціна за одиницю	Сума всього без ПДВ
1	2	3	4	5	6
1	1	шт	Матриця алюмінієва фрезирована	10 000,00	10000,00
2	3	шт	Полиця під готову продукцію(50 посадкових місць)	1 500,00	4500,00
3	20	м	Профіль алюмінієвий 45X45L	525,26	10505,20
4	30	шт	Т-гайка М6 10	15,91	477,30
5	30	шт	З'єднувач кутовий з кріпленням 45X45	141,63	4248,90
6	20	шт	Гвинт S12x30 T50	32,52	650,40
7	20	шт	Кутовий з'єднувач R40x43	235,19	4703,80
8	15	шт	Заглушка 45x45 GREY	35,00	525,00
9	20	шт	Профіль пазовий захисний 10 GREY	111,72	2234,40
10	20	шт	З'єднувач паралельний 10	122,94	2458,80

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
11	4	шт	Опора плаваюча D44 M12x85	187,02	748,08
12	1	шт	Лампа SL12LED ECO WIDE	9 818,87	9818,87
13	3	шт	Подовжувач мережевий 3S D	2 061,54	6184,62
14	100	шт	Кронштейн кабельний 10	41,77	4177,00
15	100	шт	З'єднувач кутовий з кріпленням 45X180 SILVER SET	58,80	5880,00
16	1	шт	Повітре підготовка FESTO	2 500,00	2500,00
17	4	шт	Сервопривід 12В/1300 об/	1 500,00	6000,00
18	4	шт	Кінцевик плаваючий 12В	350,00	1400,00
19	1	шт	Пульт керування сенсорним екраном	35 000,00	35000,00
20	1	шт	Блок кріплення силікону	3 500,00	3500,00
21	12	шт	Фітінг	120,00	1440,00
22	10	м	Шланг повітряний 20мм	35,00	350,00
23	10	м	Шланг повітряний 6мм	36,00	360,00
Разом					117662,40

Таким чином, маємо $C_{B,A} = 117662,40$ грн.

Приймаємо відсоток накладних витрат $\%HP = 50\%$ [9, 16]

Тому за формулою (6.1) отримаємо

$$C_B = 12706,97 + 17585,56 + 355,50 + 117662,41 + \frac{50 \cdot 30628,01}{100} = 163604,42 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості пристрою здійснюється за виразом:

$$B_v = K_n \cdot C_B, \quad (6.6)$$

де K_n – коефіцієнт переводу у балансову вартість, $K_n = 1,2$.

За формулою (6.6) отримаємо

$$B_B = 1,2 \cdot 163604,42 = 196325,30 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту від впровадження у виробничий процес регенерації стартерів автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A.

Річний економічний ефект від впровадження пристрою у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів на 45 сек. $\approx 0,0125$ год.

Визначення економічного приросту за рік від впровадження пристрою здійснюється за виразом:

$$E_p = (\Delta T \cdot C_{IV}) \cdot W_p, \quad (6.7)$$

де ΔT – зменшення трудомісткості технічного обслуговування внаслідок використання запроєктованого пристрою, $\Delta T = 0,0125$ люд.·год;

C_{IV} – годинна тарифна ставка робітника четвертого розряду, $C_{IV} = 142,86$ грн;

W_p – річна програма технічного обслуговування, $W_p = 340000$ од.

За формулою (6.7) отримаємо

$$E_p = 0,0125 \cdot 142,86 \cdot 340000 = 607142,86 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності капітальних вкладень розраховують за формулою

$$T_{ок} = \frac{B_B}{E_p}, \quad (6.8)$$

За формулою (6.8) отримаємо

$$T_{ок} = \frac{196325,30}{607142,86} = 0,323 \text{ року.}$$

Висновки до розділу 6

Річний економічний ефект від впровадження автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів на 45 сек. $\approx 0,0125$ год. Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,32 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведений нами аналіз виробничої діяльності ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” засвідчив, що на підприємстві у Краковці спеціалізуються з регенерації стартерів не тільки виробництва компанії Bosch, але й також багатьох інших світових брендів.

Якість продукції засвідчує той факт, що відомі світові виробники автомобілів такі як Mercedes, Toyota, Renault, BMW, CAT, також замовляють стартери (для своїх програм запасних частин), що були регенеровані на потужностях ДП “Роберт Бош Продакшн Україна” в с.м.т Краковець, оскільки підприємство має усі необхідні сертифікати IATF16949 та ISO 9001.

2. Виконаний нами аналіз основних причин, що визначають надійність виробу, дав змогу встановити, що пов'язані вони як правило, з випадковими явищами. Тому для їх опису на практиці застосовується математичний апарат теорії ймовірностей.

3. Трудомісткість являє собою витрати праці на виконання операції або групи операцій технічного обслуговування або ремонту, вимірювані в людино-годинах або нормо-годинах. Норматив трудомісткості необхідний для визначення числа виконавців і оплати їх праці за фактично виконану роботу з урахуванням необхідної кваліфікації працівника (тарифної ставки).

4. Технологічний процес ремонту (ТПР) представляє собою кінцеву сукупність взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО) певної тривалості, які виконуються одним або кількома виконавцями із застосуванням визначеної технології.

5. Використання стандартизованих математичних методик для аналізу статистичних даних, отриманих у виробничих експериментах, створює підстави для впевненості в достовірності отриманих результатів.

6. Здійснене нами математичне опрацювання отриманих в результатів формування варіаційного ряду емпіричних даних використовуючи методи математичної статистики уможливило за допомогою критерію χ^2 – Пірсона

встановити те, що час на виконання технологічної операції розбирання ($t_{роз}$), час на виконання технологічної операції складання ($t_{ск}$) та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу регенерації стартерів ($T_{заг}$) відображається нормальним законом розподілу.

7. Статистичні характеристики розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання стартерів наступні: математичне сподівання – 119,403 сек.; середньоквадратичне відхилення – 10,175 сек.; коефіцієнт варіації – 0,416 (вибірку було зроблено для 84 подій); відповідно для складання стартерів для трудомісткості виконання технологічної операції складання стартерів математичне сподівання – 66,817 сек.; середньоквадратичне відхилення – 5,706 сек.; коефіцієнт варіації – 0,435 (вибірку було зроблено для 87 подій); відповідно для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів: для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів математичне сподівання – 3,806 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 0,252 люд·год; коефіцієнт варіації – 0,471 (вибірку було зроблено для 80 подій).

8. Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок проте те, що впровадження автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A уможливило скоротити технологічний процес складання стартерів на 78,94% (45 сек). Що в загальному враховуючи річну програму підприємства в 340 тис. стартерів дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу регенерації в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» на 4250 люд·год. на рік

9. Річний економічний ефект від впровадження автоматичної машини для нанесення силікону UES-024A у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу регенерації стартерів на 45 сек. $\approx 0,0125$ год, . Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,323 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильків І. М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
2. Гайдучок В. М., Затхей Б. І., Лінник М. К. Теорія і технологія наукових досліджень. Навчальний посібник. Львів : Афіша, 2005. 232 с.
3. Грабар І.Г. Основи налійності машин: Навчальний посібник. Житомир: ЖІТІ, 1998. 298 с.
4. Гранкін С. Г., Малахов В. С., Черновол М. І., Черкун В. Ю. Надійність сільськогосподарської техніки. Київ: Урожай, 1998. 208 с.
5. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1996. 75 с.
6. Єременко В. С., Куц Ю. В., Мокійчук В. М., Самойліченко О. В. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. Київ: НАУ, 2013. 320 с.
7. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. Київ: Либідь, 2003. 424 с.
8. Кузьмінський Р.Д. Організаційно-технологічна сумісність процесів ремонту об'єктів у спільному потоці. *Пр. ін-ту Львів. с.-г. ін-т.* Львів, 1992. С. 17–29.
9. Лауш П. В. Ремонт сільськогосподарської техніки (курсове і дипломне проектування): Навч. посібник / П. В. Лауш, Н. П. Лауш, Т. П. Лесюк. Кіровоград : ПОЛІМЕД-Сервіс, 2005. 266 с.
10. Лехман С.Д. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 220 с.
11. Науменко О.А. Порівняльний аналіз організації технічного сервісу в Україні і за кордоном. *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства.* Вип. 8 "Підвищення надійності відновлюваних деталей машин". Т.І. Харків. 2001. С.3–6.

12. Основи наукових досліджень. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №2 і №3 для студентів факультету механізації сільського господарства. Львів. 1998. 38с.

13. Охорона праці. Методичні рекомендації до виконання розділу з охорони праці у дипломних проектах. Львівський національний аграрний університет, 2012 р.

14. Ремонт машин і обладнання : підруч. / Сідашенко О. І. та ін.; за ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. 632 с.

15. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Київ: Урожай. 1994. 360 с.

16. Технологія машинобудування (дипломне проектування): Навчальний посібник/ І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. Львів : Новий світ, 2007. 768 с.

17. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. та інші. Навч. посібник. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361 с.

18. Ткач Є. І., Сторожук В. П. Загальна теорія статистики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 442 с.

19. Шарибура А.О., Левчук О.В., Рис В.І., Барабаш Р.І. Оцінення випадкових процесів зміни технічного стану АТЗ. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ». Дубляни, 2023. 20 с.

20. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів : Афіша, 2004. 492 с.

21. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: навч.посібник. 2-ге вид., змін та допов. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 324 с.

22. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів : навч. посібн. / Р.Д. Кузьмінський, А.О. Шарибура. Львів : Сполум, 2017. 376 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Таблиця А.1 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу часу на виконання технологічного процесу розбирання стартерів у ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)^2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	94,9	101,9	98,4	3	0,036	3,515	15,705	0,004690	0,033
2	101,9	108,9	105,4	9	0,107	11,295	20,940	0,015261	0,107
3	108,9	115,9	112,4	20	0,238	26,765	11,633	0,030974	0,217
4	115,9	122,9	119,4	24	0,286	34,115	0,000	0,039217	0,274
5	122,9	129,9	126,4	14	0,167	21,066	8,143	0,030974	0,217
6	129,9	136,9	133,4	9	0,107	14,291	20,940	0,015261	0,107
7	136,9	143,9	140,4	5	0,060	8,356	26,175	0,004690	0,033
				84	1	119,403	103,537		0,986

Закон розподілу - *Нормальний*

Математичне сподівання	$Ус$	119,403	Число ступенів вільності	r	4
Дисперсія	D	103,537	Рівень значимості	α	0,100
Серед.-квадр. відхилення	σ	10,175	Хі-квадрат розрахункове	X^2	3,040
Коефіцієнт варіації	v	0,416	Хі-квадрат табличнее	$(X^*)^2$	7,779
Параметр мірила	a	27,560	Коефіцієнт	Kb	0,888
Параметр форми	b	2,600	Коефіцієнт	Cb	0,369
			Коефіцієнт	b/a	0,094

Таблиця А2. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу трудомісткості виконання технологічного процесу складання стартерів у ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)^2*Pi	f(y)	Теоретична частість
1	53,7	57,0	55,3	5	0,057	3,180	7,586	0,009212	0,030
2	57,0	60,2	58,6	6	0,069	4,042	4,650	0,024829	0,081
3	60,2	63,5	61,9	13	0,149	9,247	3,638	0,048117	0,158
4	63,5	66,8	65,2	19	0,218	14,230	0,600	0,067047	0,220
5	66,8	70,1	68,4	20	0,230	15,733	0,603	0,067174	0,220
6	70,1	73,4	71,7	12	0,138	9,892	3,307	0,048391	0,159
7	73,4	76,6	75,0	8	0,092	6,896	6,144	0,025065	0,082
8	76,6	79,9	78,3	4	0,046	3,599	6,029	0,009	0,031
				87	1	66,817	32,557		0,980

Закон розподілу - *Нормальний*

Математичне сподівання	Yc	66,817	Число ступенів вільності	r	5
Дисперсія	D	32,557	Рівень значимості	α	0,100
Серед.-квадр. відхилення	σ	5,706	Хі-квадрат розрахункове	X^2	3,394
Коефіцієнт варіації	v	0,435	Хі-квадрат табличное	$(X^*)^2$	9,236
Параметр мірила	a	14,805	Коефіцієнт	Kb	0,887
Параметр форми	b	2,469	Коефіцієнт	Cb	0,385
			Коефіцієнт	b/a	0,167

Таблиця А3. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу регенерації стартерів у ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна» Яворівського району Львівської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)^2*Pi	f(y)	Теоретична частість
1	3,3	3,4	3,4	7	0,088	0,294	0,018	0,321817	0,055
2	3,4	3,6	3,5	10	0,125	0,441	0,010	0,854183	0,145
3	3,6	3,8	3,7	21	0,263	0,970	0,003	1,439829	0,244
4	3,8	4,0	3,9	19	0,238	0,918	0,001	1,541304	0,262
5	4,0	4,1	4,0	15	0,188	0,757	0,010	1,047811	0,178
6	4,1	4,3	4,2	5	0,063	0,263	0,010	0,452372	0,077
7	4,3	4,5	4,4	3	0,038	0,164	0,012	0,124030	0,021
				80	1	3,806	0,063		0,981

Закон розподілу - *Нормальний*

Математичне сподівання	Yc	3,806	Число ступенів вільності	r	4
Дисперсія	D	0,063	Рівень значимості	α	0,100
Серед.-квадр. відхилення	σ	0,252	Хі-квадрат розрахункове	X²	3,374
Коефіцієнт варіації	v	0,471	Хі-квадрат табличное	(X*)²	7,779
Параметр мірила	a	0,603	Коефіцієнт	Kb	0,886
Параметр форми	b	2,246	Коефіцієнт	Cb	0,417
			Коефіцієнт	b/a	3,722

Таблиця А4. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості виконання технологічної операції нанесення силікону на кришку стартера в умовах ДП «РОБЕРТ БОШ ПРОДАКШН Україна»

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)^2*Pi	f(y)	Теоретична частість
1	38,7	44,1	41,4	2	0,025	1,035	5,995	0,006141	0,033
2	44,1	49,4	46,8	11	0,138	6,428	14,154	0,021159	0,113
3	49,4	54,8	52,1	20	0,250	13,023	5,774	0,043543	0,233
4	54,8	60,1	57,4	21	0,263	15,075	0,075	0,053513	0,286
5	60,1	65,4	62,8	15	0,188	11,769	6,469	0,039277	0,210
6	65,4	70,8	68,1	8	0,100	6,811	12,575	0,017217	0,092
7	70,8	76,1	73,5	3	0,038	2,754	10,276	0,004507	0,024
				80	1	56,896	55,320		0,990

Закон розподілу - *Нормальний*

Математичне сподівання	Yc	56,896	Число ступенів вільності	r	4	
Дисперсія	D	55,320	Рівень значимості	α	0,100	
Серед.-квадр. відхилення	σ	7,438	Хі-квадрат розрахункове	X^2	1,675	
Коефіцієнт варіації	v	0,410	Хі-квадрат табличнее	$(X^*)^2$	7,779	
Параметр мірила	a	20,443	Коефіцієнт	Kb	0,888	
Параметр форми	b	2,646	Коефіцієнт	Cb	0,364	
				Коефіцієнт	b/a	0,129