

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
ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів"
м.Львів”**

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

Пелех Роман Тарасович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура 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
“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Пелеху Роману Тарасовичу

1. Тема роботи: **„Оцінення показників трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів" м.Львів”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 28.04.2023 року № 133/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 15.01.2024 року.

3. Вихідні дані: 1. Аналіз виробничих умов; 2. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту; 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

4. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Техніко-економічна оцінка технологічного процесу ремонту

Висновки та пропозиції.

Бібліографічний список.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 тема – 1-й слайд; мета роботи та завдання дослідження – 2-й слайд; аналіз об'єкта дослідження – 3-й слайд; структура та функціонування підприємства – 4-й слайд; наявне технологічне обладнання в майстерні – 5-й слайд; схема причинно-наслідкових зв'язків виникнення відмови – 6-й слайд; графічне відображення моделі конструкції – 7-й слайд; форма для відображення статистичних даних – 8-й слайд; результати опрацювання даних виробничих експериментів – 9-й та 10-й слайди; техніко-економічна оцінка технологічного процесу ремонту – 11-й слайд.

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: 28.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор. № | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Відмітка про виконання |
|--------|---|-------------------------------|------------------------|
| 1. | <i>Написання першого розділу</i> | <i>28.04.23-30.04.23</i> | |
| 2. | <i>Виконання другого розділу: «Виробничі умови формування показників трудомісткості та тривалості операцій»</i> | <i>01.05.23-29.06.23</i> | |
| 3. | <i>Виконання третього розділу: «Методика отримання та опрацювання вихідних даних для дослідження трудомісткості технологічного процесу»</i> | <i>30.06.23-5.08.23</i> | |
| 4. | <i>Написання розділу: «Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу»</i> | <i>6.08.23-2.10.23</i> | |
| 5. | <i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i> | <i>3.10.23-30.10.23</i> | |
| 6. | <i>Написання розділу: «Техніко-економічна оцінка технологічного процесу ремонту»</i> | <i>31.10.23-30.11.23</i> | |
| 7. | <i>Завершення роботи в цілому</i> | <i>1.12.2-15.01.24</i> | |

Студент _____ Пелех Р.Т.
 (підпис)

Керівник роботи _____ Шарибура А.О.

УДК: 631.3.004

Магістерська робота: 84 с. текст. част., 19 рис., 10 табл., 11 слайдів., 28 джерел.

Оцінення показників трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів" м.Львів.

Пелех Р.Т. Кафедра АТС ім. проф. Олександра Семковича. – Дубляни, Львівський НУП, 2023.

Здійснено аналіз діяльності Товариство з обмеженою відповідальністю «АС+Львів» яке розміщена в м. Львів. 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 ремонту автомобільного генератора у підприємстві у ТОВ «АС+Львів».

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

Виконано техніко-економічну оцінку технологічного процесу ремонту автомобільних генераторів.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ | 9 |
| 1.1. Аналіз об'єкта дослідження | 9 |
| 1.2. Структура та функціонування підприємства | 15 |
| 1.3. Аналіз конструкції об'єкта ремонту | 19 |
| Висновки до розділу 1 | 23 |
| 2. ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ | 24 |
| 2.1. Виробничий і технологічний процеси технічного обслуговування та ремонту АТЗ й місця їх реалізації | 24 |
| 2.2. Вплив умов використання об'єкту ремонту на його технічний стан | 28 |
| 2.3. Основні ймовірні причини втрати роботоздатності | 33 |
| Висновки до розділу 2 | 37 |
| 3. МЕТОДИКА ОТРИМАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ | 38 |
| 3.1. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту ... | 38 |
| 3.2. Методика визначення множини і тривалості елементарних технологічних операцій та правила побудови графічної моделі процесу . | 44 |
| 3.3. Методика математичного опрацювання статистичних даних | 48 |
| Висновки до розділу 3 | 52 |
| 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ | 53 |
| 4.1. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу ремонту | 53 |
| 4.2. Результати оцінення показників трудомісткості удосконаленого технологічного процесу ремонту | 56 |

| | |
|---|----|
| 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 | 62 |
| 5.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм | 65 |
| 5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях | 67 |
| Висновки до розділу 5 | 69 |
| 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ | 70 |
| Висновки до розділу 6 | 73 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ | 74 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 76 |
| ДОДАТКИ | 79 |

ВСТУП

Правильне встановлення норм витрат праці передбачає вивчення складу й структури виробничого процесу, виявлення умов, що визначають тривалість окремих частин процесу, перевірку режимів роботи, раціональності прийомів роботи й встановлення найкращої комбінації всіх умов перебігу процесу, що забезпечують найменші витрати робочого часу на його здійснення.

Завданнями технічного нормування є встановлення науково обґрунтованих норм праці на базі аналізу й перевірки виробничих можливостей, проектування найбільш раціонального технологічного режиму роботи й ефективної організації праці на робочому місці.

У сучасних умовах високої технічної насиченості виробництва норми праці повинні ґрунтуватися на найбільш ефективному використанні технічних засобів виробництва, оптимальної інтенсивності праці, досвіді роботи передових виробничників. Правильна постановка технічного нормування передбачає ведення обліку й аналізу результатів виконання встановлених технічно обґрунтованих норм, а також виявлення всіх факторів, що впливають на продуктивність праці.

Технічно обґрунтовані норми повинні відповідати рівню техніки виробництва й кваліфікації робітників, що безупинно підвищуються, сприяти мобілізації їх на краще використання цієї техніки. Отже вони повинні змінюватися разом зі зміною умов праці.

Мета роботи – підвищити ефективність технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля.

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 ремонту автомобільних генераторів;
- запропонувати шляхи удосконалення технологічного процесу ремонту автомобільних генераторів з метою зменшення трудомісткості;
- виконати техніко-економічну оцінку технологічного процесу ремонту автомобільних генераторів.

Об’єкт дослідження: автомобільні генератори та технологічний процесу їх ремонту.

Предмет дослідження: трудомісткість технологічних операцій технологічного процесу ремонту автомобільних генераторів.

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 ремонту автомобільного генератора;
- встановлено відповідні розподіли та статистичні характеристики для удосконаленого технологічного процесу ремонту автомобільного генератора із використанням пневматичного інструменту.

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 ремонту автомобільного генератора є важливою передумовою для оцінки їхньої ефективності використання у підприємстві.
- встановлений розподіл та статистичні характеристики для для удосконаленого технологічного процесу ремонту автомобільного генератора створюють підстави для відповідного удосконалення у ТОВ "АС+Львів".

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Аналіз об'єкта дослідження

Товариство з обмеженою відповідальністю «АС+Львів» було засноване на початку 2000-х років, і є відомим у м. Львів з надання послуг технічного сервісу, а саме: з діагностики, ремонту та обслуговування автомобілів (зазвичай легкових), комерційного та малотоннажного транспорту (категорії N1). Як відомо вчасно виконана діагностика транспортного засобу, дає змогу зекономити гроші, час та суттєво подовжити термін його експлуатації. З часом діяльність підприємства розширювалась і воно почало займатися підбором та роздрібною торгівлею замасних частин та витратних матеріалів до транспортних засобів. Фахівці ТОВ «АС+Львів» працюють на сучасному обладнанні провідних світових фірм та використовують у своїй роботі сучасний комплексний підхід до виявлення причин несправностей та їх усунення.

ТОВ «АС+Львів» розташоване за адресою м. Львів вул. Трускавецька, 48 а (рис. 1.1).

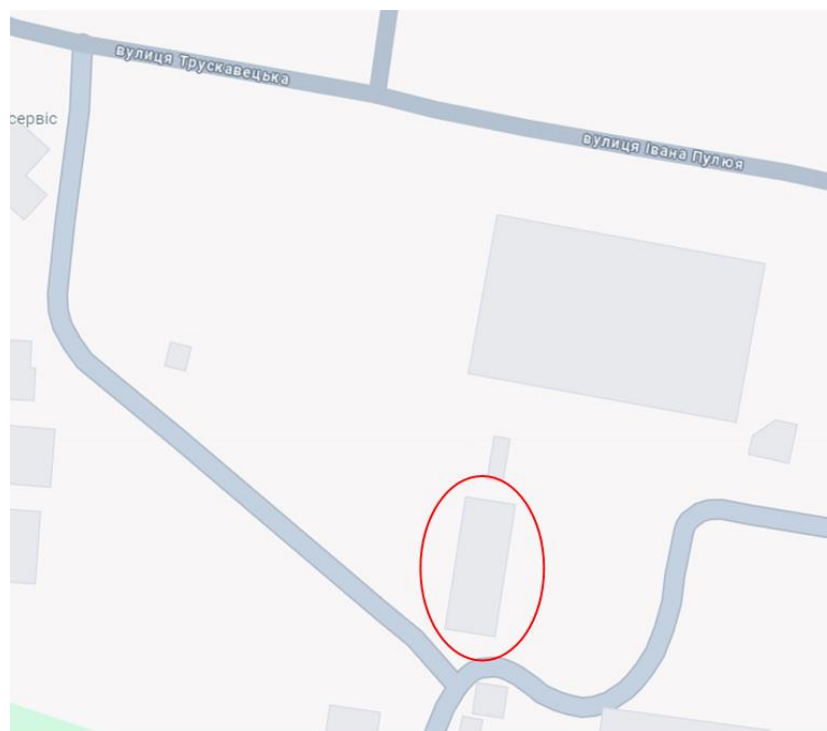


Рисунок 1.1 – Схема розміщення ТОВ "АС+Львів"

З метою здійснення своєї підприємницької діяльності, а саме доставка запасних частин, евакуація технічно несправних автомобілів підприємство у своєму розпорядженні має парк автомобілів який складається з 5 одиниць техніки з яких три – це легкові автомобілі, два – евакуатори. (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Аналіз структури парку автомобілів ТОВ "АС+Львів"

| № з/п | Марка автомобіля | Рік випуску | Категорія умов експлуатації | Загальний пробіг, км | Технічний стан |
|-------|--------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Renault Kangoo Z.E. | 2015 | 1–2 | 55800 | Справний |
| 2 | Renault Kangoo FL | 2015 | 1–3 | 157800 | Справний |
| 3 | Renault Kangoo FL | 2018 | 1–3 | 139000 | Справний |
| 4 | Mercedes-Benz Sprinter 2 | 2006 | 1–4 | 685000 | Справний |
| 5 | Volkswagen Crafter 2008 | 2008 | 1-4 | 650000 | Справний |

Оскільки підприємство, як продажем автомобільних запчастин так і витратних матеріалів до них, то логістичні питання вирішуються за допомогою легкових автомобілів (один з яких є на електричній тязі). Також підприємство спеціалізується і має вже значний досвід в ремонті електрообладнання автомобілів, а саме автомобільних стартерів та генераторів (будь яких марок). Причому на замовлення за бажанням клієнта їх можуть забрати, а відремонтувавши доставити у вказане місце.

Також для транспортування несправних автомобілів у розпорядженні підприємства є два евакуатори, що обладнанні необхідним обладнанням для завантаження і розвантаження несправних автомобілів. Загальний вигляд наявних транспортних засобів та їхні характеристики наведені відповідно на рис. 1.2 - 1.5 та табл. 1.2 - 1.5. [25, 26, 27, 28].



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд сервісного автомобіля Renault Kangoo Z.E.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика сервісного автомобіля Renault Kangoo Z.E. [25]

| Параметри | Показники |
|---------------------------------------|---------------------|
| Модифікація (двигун): | Z.E. 22 kWh (60 Hp) |
| Тип кузова: | Мінівен |
| Кількість дверей: | 3 |
| Кількість місць : | 2 |
| Паливо: | електроенергія |
| Максимальна швидкість : | 130 км/год 81 mph |
| електричний запас ходу: | 170 км |
| Середня витрата електроенергії: | 15.5 кВт год/100 км |
| Потужність електродвигуна: | 60 Hp кс/ об./хв |
| Крутний момент електричного двигуна: | 226 Нм |
| Ємність акумулятору : | 22 кВт год/ |
| Привід: | Передній |
| Кількість передач (автомат коробка) : | 1 |
| Довжина: | 4213 мм. 165.9 in |
| Ширина: | 1829 мм. 72.0 in |
| Висота: | 1844 мм. 72.6 in |
| Колісна база : | 2697 мм. 106.2 in |
| Об'єм багажника | 3000-3500 л |
| Допустима повна маса: | 2078 кг. 4581 lbs |
| Споряджена маса автомобіля: | 1408 кг. 3104 lbs |
| Розмір шин: | 195/65 R15 95T |



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд сервісного автомобіля Renault Kangoo

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика сервісного автомобіля Renault Kangoo [26]

| Параметри | Показники |
|--|-----------|
| 1 | 2 |
| Двигун: | 1.5 dCi |
| Код двигуна: | K9K 896 |
| Тип палива: | Дизель |
| Об'єм двигуна, куб.см: | 1461 |
| Розташування циліндрів: | Рядне |
| Кількість циліндрів: | 4 |
| Кількість клапанів: | 8 |
| Потужність, к.с.: | 110 |
| Оберти макс. потужності, об./хв.: | 4000 |
| Крутний момент, Нм: 260 | 260 |
| Оберти макс. моменту, об./хв.: | 1750-2500 |
| Максимальна швидкість, км/год.: | 170 |
| Час розгону (0-100 км/год), з: | 12,3 |
| Витрата палива (міський цикл), л. на 100 км: | 4,8 |
| Витрата палива (заміський цикл), л. на 100 км: | 4,2 |
| Витрата палива (змішаний цикл), л. на 100 км: | 4,4 |
| Норма токсичності: | Euro VI |
| Кількість місць: 5 | 5 |
| Довжина, мм: 4282 | 4282 |
| Ширина, мм: 2138 | 2138 |
| Висота, мм: 1820 | 1820 |
| Колісна база, мм: 2697 | 2697 |
| Колія передніх коліс, мм: 1510 | 1510 |

Продовження табл. 1.3

| 1 | 2 |
|--|-----------|
| Колія задніх коліс, мм: | 1539 |
| Споряджена маса, кг: | 1320 |
| Повна маса, кг: | 1924 |
| Об'єм багажника, л: | 650 |
| Об'єм вантажного відсіку, м ³ : | 2600 |
| Об'єм паливного бака, л: | 60 |
| Діаметр розвороту, м: | 10.7 |
| Кліренс, мм: | 211 |
| Коробка передач: | механічна |
| Кількість передач: | 6 |



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд сервісного автомобіля Mercedes-Benz Sprinter 2

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика сервісного автомобіля Mercedes-Benz Sprinter 2 [27]

| Параметри | Показники |
|----------------------------------|-----------|
| 1 | 2 |
| Двигун: | 2.2 CDi |
| Тип палива: | Дизель |
| Об'єм двигуна, см ³ : | 2148 |
| Розташування циліндрів: | Рядне |
| Кількість циліндрів: | 4 |
| Кількість клапанів: | 16 |

Продовження табл. 1.4

| 1 | 2 |
|---|-----------|
| Потужність, к.с.: | 129 |
| Оберти макс. потужності, об./хв.: | 3800 |
| Крутний момент, Нм: | 305 |
| Оберти макс. моменту, об./хв.: | 1200-2400 |
| Витрата палива (змішаний цикл), л. на 100 км: | 5.7 |
| Норма токсичності: | Euro III |
| Кількість місць: | 3 |
| Довжина, мм: | 5245 |
| Ширина, мм: | 2425 |
| Висота, мм: | 2435 |
| Колісна база, мм: | 3250 |
| Колія передніх коліс, мм: | 1993 |
| Колія задніх коліс, мм: | 1993 |
| Повна вага, кг: | 3000 |
| Об'єм вантажного відсіку, м ³ : | 7.5 |
| Тип коробки: | Механіка |
| Кількість передач: | 6 |
| Привід: | Задній |



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд сервісного автомобіля Volkswagen Crafter 2008

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика сервісного автомобіля Volkswagen Crafter 2008 [28]

| Параметри | Показники |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 |
| Допустима повна маса | 3500 кг |
| Вантажопідйомність | 1219 кг |
| Кількість місць | 2 |
| Дорожній просвіт | 176 мм |
| Довжина x Ширина x Висота | 5474 x 2090 x 2415 мм |
| Споряджена маса | 1994 кг |
| Колісна база | 3250 мм |
| Колія передніх/задніх коліс | 1 732/1 738 мм |
| Тип двигуна | Дизельний |
| Кількість циліндрів | 5 |
| Конфігурація двигуна | Рядний |
| Кількість клапанів на циліндр | 2 |
| Тип впуску | Common rail |
| Оберти максимальної потужності | до 3 500 об/хв. |
| Об'єм двигуна | 2461 см ³ |
| Оберти максимального моменту | до 2 000 об/хв. |
| Потужність двигуна | 136 к.с. |
| Оберти максимальної потужності | 3500 об/хв |
| Коробка передач | Механіка |
| Кількість ступенів | 6 |
| Привід | задній |
| Діаметр шини | 16 |
| Привід | задній |
| Коробка передач | Механіка, 6 ст. |

1.2. Структура та функціонування підприємства

Обслуговування клієнтів у ТОВ "АС+Львів" здійснює зазвичай за попереднім записом та обговоренням обсягу робіт. У випадку виникнення потреби у виконанні ремонтних робіт тоді цьому передують огляд та діагностика транспортного засобу. Це здійснюється з метою замовлення необхідних запасних частин та скороченню термінів виконання робіт.

Виконання ж ремонту агрегатів електрообладнання автомобілів, а саме автомобільних стартерів та генераторів не потребує попереднього запису та приймається в ремонт по мірі їх надходження. Як вже було описано вище, замовник може замовити послугу забирання несправного та доставку відремонтованого вузла за вказаною адресою.

По мірі розвитку, вдосконалення технологій сервісу та розширення послуг, які надає ТОВ "АС+Львів" у ньому сформувалась певна організаційна структура яка наведена на рис. 1.6.

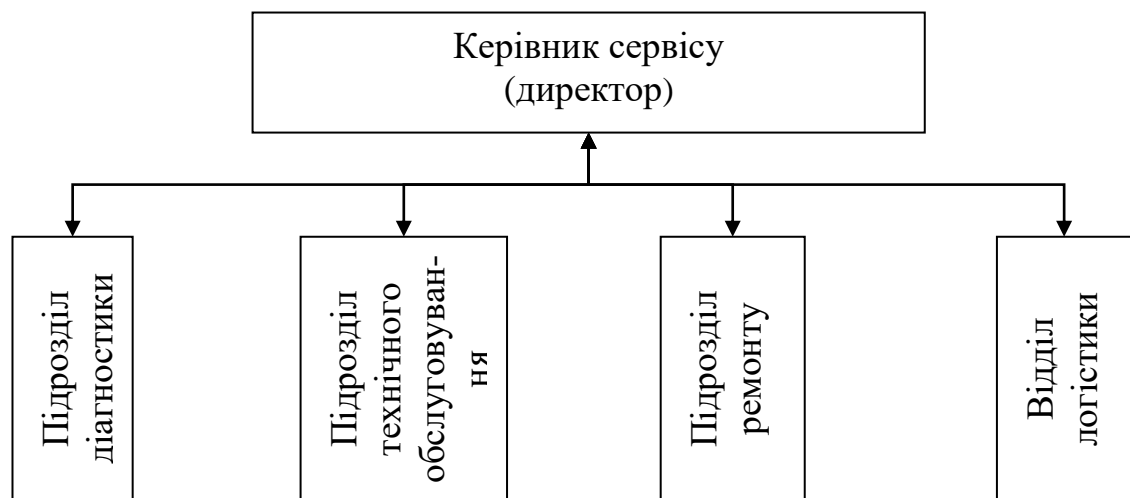


Рисунок 1.6 – Схема організаційної структури у ТОВ "АС+Львів"

В процесі функціонування сервісу організаційна структура була реорганізована і в ній було утворено чотири підрозділи. Кожен з яких має свої функціональні обов'язки. Однак у випадку нерівномірного завантаження того чи іншого підрозділу на допомогу модуть залучатися працівники з інших підрозділів. На даний час сервіс служба складається з десяти чоловік (директор, підрозділ діагностики – 1 чол; підрозділ технічного обслуговування – 2 чол; підрозділ ремонту – 3 чол; відділ логістики – 3 чол.).

Усі роботи з надання послуг з ремонту транспортних засобів здійснюються майстерні куди звертаються клієнти або доставляються службою логістики несправні вузли чи автомобілі. Загальна схема майстерні сервісу наведено на рис. 1.7., а характеристики відповідного у ній технологічного обладнання в табл. 1.6.

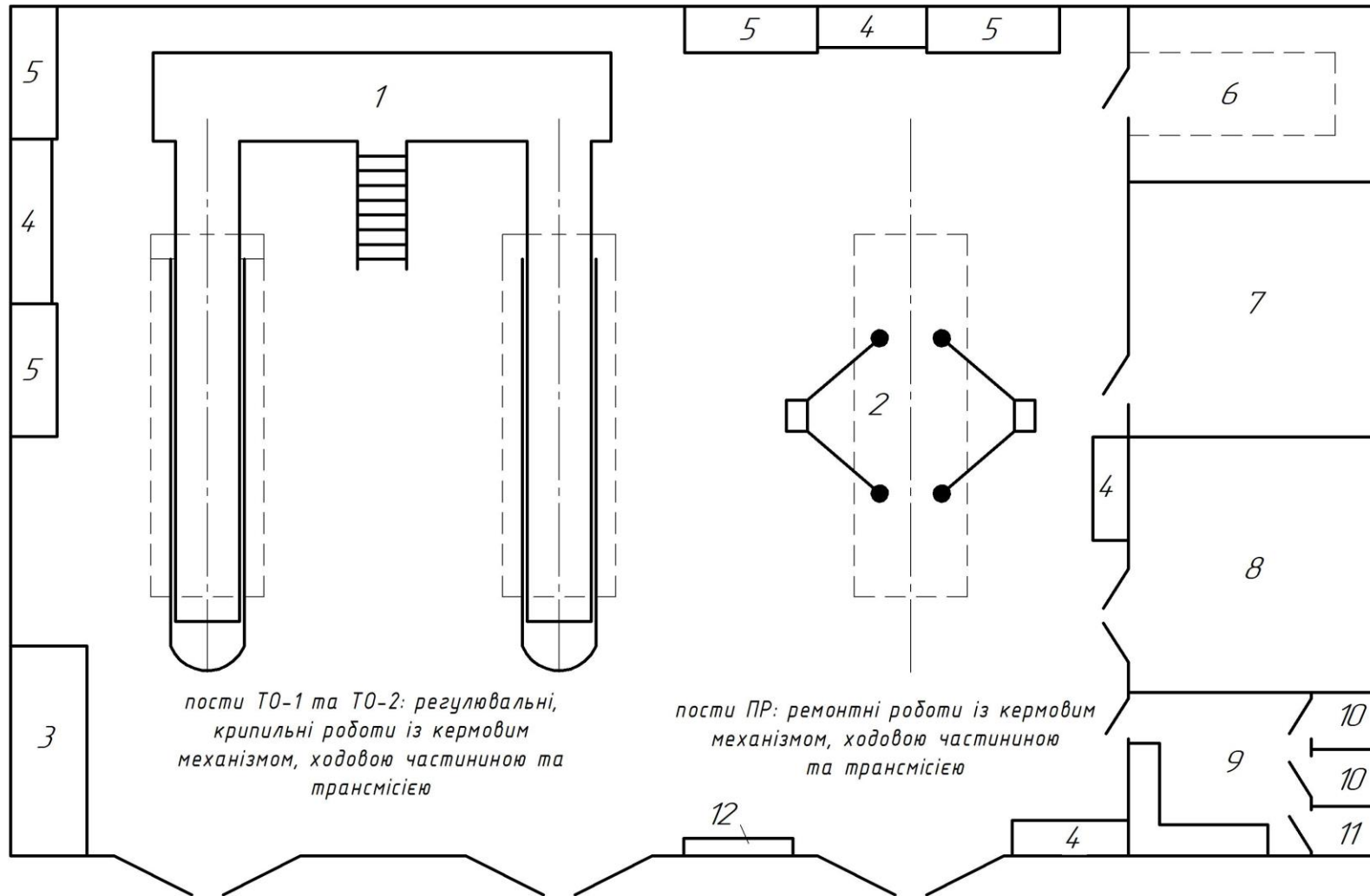


Рисунок 1.7 – Схема майстерні у ТОВ "АС+Львів": 1 – оглядова канава; 2 – підіймач; 3 – компресорна; 4 – шафи; 5 – робочі столи; 6 – склад; 7 – агрегатний відділок; 8 – відділок ремонту електрообладнання; 9 – відпочинкова зона; 10 – душові; 11 – туалет; 12 – пожежний щит

Таблиця 1.6 – Характеристики наявного технологічного обладнання в майстерні ТОВ "АС+Львів"

| № з/п | Назва обладнання | Тип або модель | Коротка технічна характеристика | Площа обл., м ² | К-сть од. |
|-------|--|-----------------------------------|---|----------------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Автомобільний підйомник 2-х стійковий 5т | LAUNCH TLT250AT | Габарити 3050x3600x4810 | 10,98 | 1 |
| 2. | Стенд для перевірки генераторів і стартерів 12/24 вольт | SPIN Banchetto PLUS EVO INVERTER | Габарити 1350x460x1620 | 0,62 | 1 |
| 3 | Стенд для діагностики та промивання форсунок (чистка форсунок) | LAUNCH CNC-402A | Габарити 0,55x0,35x0,45x | 0,2 | 1 |
| 4 | Домкрат підкатний професійний 3т | Launch LH-330 | – | – | 3 |
| 5 | Професійний мультимарочний автосканер | LAUNCH X-431 PADV | – | – | 1 |
| 6 | Універсальний заточний верстат | ЗМ 641 | Діаметр круга – 400 мм. Потужність привода – 4 кВт. Габарити 1850x x1215x1400 | 2,25 | 1 |
| 7 | Верстат обдирочно-шліфувальний | ЗБ634 | Два круга діаметром 400 мм. Потужність привода – 5,6 кВт. Габарити 1000x x665x1230 | 0,66 | 1 |
| 8 | Миюча ванна для деталей | К54СБ | Габарити 975x660x860 мм | 0,63 | 1 |
| 9 | Верстат настільно-свердлильний на підставці | ГМ-112 | 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 Укроргавто–транс | Габарити 1500x560x1720 | 4,2 | 5 |
| 12 | Повірочна плита | III-I ГОСТ 10905-75 | Габарити 1000x630x830 | 0,63 | 1 |
| 13 | Слюсарний верстак з лещатами | ОРГ-1468 01-060А | Габаритні розміри 1200x800x800 | 1,92 | 2 |
| 14 | Підставка для обладнання | Власного виготовлення | Габарити 750x400x800 | 0,3 | 1 |
| 15 | Стелаж для приладів і пристроїв | Власного виготовлення | Габаритні розміри 930x600x900 | 0,56 | 1 |

Продовження табл. 1.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--|--------------|---|------|---|
| 16 | Інструментальна тумба | – | Габаритні розміри 600x520x800 | 0,62 | 2 |
| 17 | Стенд для розбирання і складання головок блоку циліндрів | – | Стационарний, універсальний. Габаритні розміри 1070x640x1272 | 0,64 | 1 |
| 18 | Шафа інструментальна | – | Габарити 1000x550x1250 | 2,75 | 5 |
| 19 | Слюсарний верстак | – | Габарити 1576x800x860 | 5,04 | 4 |
| 20 | Слюсарні лещата | ГОСТ 4045-75 | – | – | 4 |

Також підприємство здійснює і агрегатний ремонт, а саме двигунів внутрішнього згорання та механічних коробок передач.

1.3. Аналіз конструкції об'єкта ремонту

Автомобільна генераторна установка змінного струму з вбудованим напівпровідниковим випрямлячем представляє собою трифазну синхронну електричну машину з електромагнітним збудженням. Як правило автомобільні генератори змінного струму складаються з таких основних деталей: ротора, статора, шків, вентилятора, кришки з боку привода, кришки з боку контактних кілець та напівпровідникового випрямляча.

Ротор генераторної установки зазвичай складається з вала із закріпленою на ньому котушкою збудження та полюсними наконечниками, що прикривають її. У сфері автобудування ротори із 12 полюсами є досить поширеними, що відповідає шістьом парам полюсів.

Як правило обмотки фаз статора (їх є три) за умови, що потужність генератора до 500...700 Вт з'єднані в зірку, а за більшої потужності їх з'єднують в трикутник. Кожна із фаз має по декілька послідовно з'єднаних котушок [9, 15, 19, 24].

Кришки генератора виготовляються з алюмінієвого сплаву, з посадочними місцями під підшипники, які армуються чавунними або сталевими втулками.

Пластмасовий щіткотримач із вугільно-графітовими щітками прикріплюється до кришки з боку контактних кілець. При використанні інтегрального регулятора напруги його розміщують на щіткотримачі.

Вентильний блок складається з шести напівпровідникових діодів, з'єднаних у двопівперіодну схему випрямлення трифазного струму. Його прикріплюють до кришки з боку контактних кілець. Виводи вентилів з'єднані проводами між собою та обмотками фаз генератора. Клема "+" генератора виходить від ізолюваного радіатора вентильного блока, а клема "-" – від корпусу (кришки) генератора.

Генератори змінного струму мають кілька переваг перед генераторами постійного струму: меншу масу і габарити при тій самій потужності; більший ресурс при вищому рівні безвідмовності; відсутність колектора у силовому колі, що знижує знос кілець і відповідно експлуатаційні витрати; менша витрата міді в 2...2,5 рази; можливість підвищити частоту обертання генератора відносно частоти обертання двигуна більш ніж у 2,5 рази. При такій частоті обертання генератор на холостих обертах двигуна розвиває до 25...50% своєї номінальної потужності та забезпечує заряд акумуляторної батареї.

Генераторна установка виступає як джерело електричного струму у транспортному засобі. На сучасних автомобілях використовується трифазний генератор змінного струму з ковзаючими контактами (рис. 1.8). У цьому генераторі магнітний потік створюється обмоткою збудження, яка пропускає постійний електричний струм через себе. При запуску двигуна використовується постійний струм від акумуляторної батареї, а під час роботи генератор виробляє змінний струм, який через випрямний блок перетворюється в постійний [9, 15, 19, 24].

Основні робочі частини генератора включають ротор (поз. 16), статор (поз. 15) і випрямний блок або випрямляч (поз. 14). Статор представляє собою кільце, складене з пластин електротехнічної сталі. Внутрішня поверхня статора має полюси з обмотками, які утворюють котушку збудження. Кожна фаза включає шість послідовно з'єднаних котушок. Кінці фаз з'єднані з затискачами висновків, а початки фаз з'єднані за типом "зірка". Ротор обертається на валу, який утримується у двох підшипниках (поз. 13, 25), розташованих у відповідних кришках (поз. 2, 23).

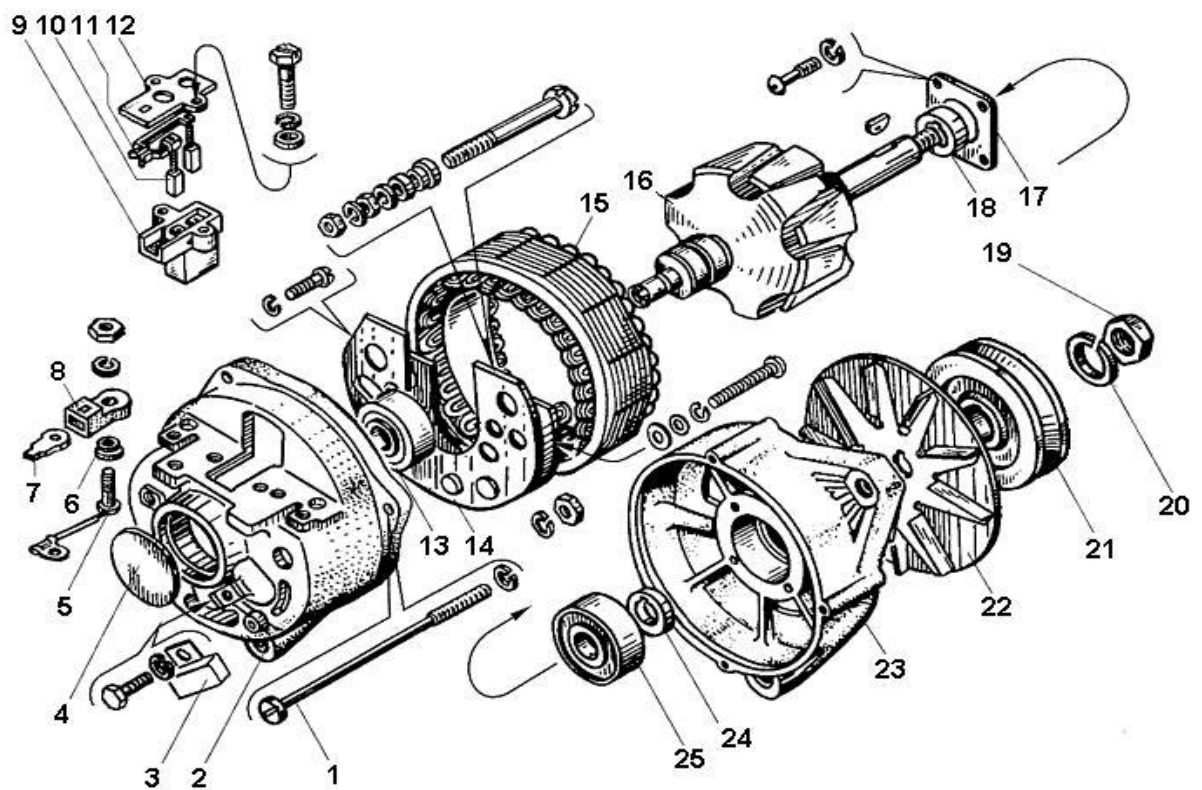


Рисунок 1.8 – Схема автомобільної генераторної установки:

1 – гвинт плетений; 2 – кришка з боку контактних кілець; 3 – конденсатор; 4 – кришка підшипника; 5 – вивід; 6 – втулка; 7 – клемма сполучна; 8 – колодка; 9 – щіткотримач; 10 – щітка; 11 – щітка; 12 – кришка щіткотримача; 13 – підшипник; 14 – блок випрямний; 15 – статор; 16 – ротор; 17 – шайба спеціальна; 18 – втулка розпору; 19 – гайка; 20 – шайба; 21 – шків; 22 – вентилятор; 23 – кришка з боку приводу; 24 – втулка; 25 – підшипник.

Магнітне поле у генераторі створюється завдяки обмоткам збудження та 12-полюсному магніту, які розташовані в роторі. Обмотка кріпиться на втулці ротора генератора, а її виводи, за допомогою пайки, з'єднані з мідними контактними кільцями. Енергія для обмотки подається від акумулятора через вимикач запалювання, регулятор напруги, щітки (поз. 10, 11), що розташовані в щіткотримачах (поз. 9), і через контактні кільця.

При обертанні ротора магнітне поле перетинає обмотку статора, і в провідниках обмотки статора виникає змінний струм. Цей струм потім подається в трифазний випрямний блок (поз. 14), де відбувається перетворення його в постійний струм для подальшого використання.

Охолодження внутрішніх частин генератора здійснюється за допомогою вентилятора (поз. 22), який знаходиться разом із шківом приводу (поз. 21) на кінці валу ротора. Вентилятор додатково фіксується гайкою (поз. 19) і шайбою (поз. 20). Робота генератора контролюється амперметром або сигнальною лампою, що розташовуються на щитку приладів [9, 15, 19, 24].

Висновки до розділу 1

1. Здійснений нами аналіз виробничої діяльності ТОВ "АС+Львів" засвідчив, що основними видами діяльності його є надання послуг технічного сервісу, а саме: з діагностики, ремонту та обслуговування автомобілів (зазвичай легкових), комерційного та малотоннажного транспорту (категорії N1).

2. З метою здійснення своєї підприємницької діяльності, а саме доставка запасних частин, евакуація технічно несправних автомобілів підприємство у своєму розпорядженні має парк автомобілів який складається з 5 одиниць техніки з яких три – це легкові автомобілі, два – евакуатори.

3. Обслуговування клієнтів у ТОВ "АС+Львів" здійснює зазвичай за попереднім записом та обговоренням обсягу робіт. У випадку виникнення потреби у виконанні ремонтних робіт тоді цьому передують огляд та діагностика транспортного засобу. Це здійснюється з метою замовлення необхідних запасних частин та скороченню термінів виконання робіт.

4. В процесі функціонування сервісу організаційна структура була реорганізована і в ній було утворено чотири підрозділи. Кожен з яких має свої функціональні обов'язки. Однак у випадку нерівномірного завантаження того чи іншого підрозділу на допомогу модуть залучатися працівники з інших підрозділів. На даний час сервіс служба складається з десяти чоловік (директор, підрозділ діагностики – 1 чол; підрозділ технічного обслуговування – 2 чол; підрозділ ремонту – 3 чол; відділ логістики – 3 чол.)

2. ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

2.1. Виробничий і технологічний процеси технічного обслуговування та ремонту АТЗ й місця їх реалізації

Перед розглядом особливостей процесів технічного обслуговування та ремонту АТЗ, варто докладніше ознайомитись з поняттями і означеннями “виробничий процес”, “технологія”, “технологічний процес”, їх різновидами та складовими елементами. Терміни ці стандартизовані і поширюються не лише на сферу обслуговування, ремонту, але й, передовсім, – на процеси виготовлення машин. Фактично ця термінологія перейшла у сферу ремонту і обслуговування з машинобудування, а до нього – з ремісничих цехів.

Отже, згідно із стандартом 14.004-83, виробничий процес – це сукупність усіх дій, виконавців та знарядь праці, необхідних на розглядуваному підприємстві для виготовлення, ремонту і обслуговування продукції (машин, обладнання, приладів тощо).

Технологічний процес (згідно із ГОСТ 3.1109-82) – це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані, у встановленому порядку, дії щодо зміни і (або) визначення технічного стану предмета праці. Предметом праці в даному разі є повнокомплектні АТЗ, їх агрегати та інші конструктивні елементи, які підлягають ремонту, або ТО [9, 15, 16, 19].

Близьким до технологічного процесу є термін “технологія”. Отже, технологія (*techne* – ремесло, наука; *logos* – поняття, уміння)– це сукупність знань про способи та методи реалізації цілеспрямованих дій щодо зміни чи визначення технічного стану АТЗ. Отже, технологія технічного обслуговування (ремонт) АТЗ не одне і те ж, що їх технологічний процес. Технологією можна володіти, однак цього недостатньо, щоб реалізувати технологічний та виробничий процеси. Залежно від призначення виробничі процеси поділяються на основні, допоміжні та обслуговувальні.

Основні – це такі, які призначені для безпосередніх змін (відновлення) форми чи експлуатаційних (фізико-механічних) властивостей деталей АТЗ, та його агрегатів, механізмів і систем, які становлять основу продукції ремонтно-обслуговувальних підприємств. Для їх виробничо-технічної бази (ВТБ) – це обслужені або відремонтовані АТЗ.

Допоміжні виробничі процеси служать для виготовлення продукції, яка споживається (використовується) безпосередньо підприємством (АТП), що випускає основну продукцію. Наприклад, для цієї ж ВТБ – виготовлення запасних частин, металовиробів (кріпильні та закладні деталі), пристроїв, інструментів тощо.

Обслуговувальні процеси забезпечують функціонування основних та допоміжних виробничих процесів. До них належать транспортні та складські процеси (транспортування предметів праці - АТЗ та їх конструктивних елементів по відповідних робочих місцях, постах, зонах, ділянках, міжопераційне пролежування їх, очікування обслуговування тощо).

Однією з важливих складових технологічного процесу є операція. Згідно із стандартом 3.1109-82, операція – це закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці. Перелік та послідовність виконання операцій, їх тривалість визначає тривалість окремого технологічного процесу. А перелік і послідовність, тривалість виконання усієї сукупності технологічних процесів визначають тривалість (як правило у годинах, робочих днях або змінах) виробничого процесу, наприклад ТО чи ремонту АТЗ. Якщо розглядається складова технологічного процесу – операція, то тривалість виконання визначається оперативним часом у хвилинах чи годинах.

У свою чергу, складовими частинами операцій є: переходи, проходи, установи, прийоми, трудові рухи. Перехід – це частина операції, яка виконується виконавцем на одному і тому ж робочому місці з метою зміни положення предмета праці, його фізичного стану (підрозібраний агрегат, наплавлена одним проходом поверхня деталі) [8, 9, 15, 16, 19].

Поділ операцій нижче переходів характерний для технологічного процесу ПР, зокрема його ремонтно-відновних операцій. Ділення операцій ТО нижче переходів позбавлене сенсу, оскільки проходи, установи, прийоми, трудові рухи важко виділити тут як окремі складові. Зазначимо, що ТО автомобілів, крім регламентованих “Положенням - 98”, поділяється на:

- 1) ТО під час їх використання (підготовка до використання – використання – безпосередньо після завершення використання);
- 2) ТО під час транспортування (підготовка до транспортування – транспортування – після безпосередньо транспортування);
- 3) ТО під час зберігання (підготовка до зберігання – зберігання – після безпосередньо зберігання);
- 4) ТО з періодичним контролем (контроль технічного стану окремих складальних одиниць (агрегатів) з певною періодичністю і виконання при цьому лише необхідних операцій відповідних об’ємів, решти складальних одиниць – ТО залежно від їх технічного стану).

Щодо понять тривалості та трудомісткості. Тривалість ТО (ПР) – це затрати часу (у хвилинах, годинах) на виконання відповідного технологічного процесу. Трудомісткість ТО (ПР) – це затрати праці на виконання одного ТО (ПР) відповідного виду одним виконавцем. Розмірність її – люд-год.

Крім цього, розрізняють ще питому сумарну тривалість та трудомісткість ТО (ПР). Це відношення середньої сумарної тривалості (трудомісткості) ТО (ПР) до заданого пробігу автомобіля (год./тис.км, люд.-год./тис.км).

Послідовність та зміст операцій ТО визначається потребами виконання тих або інших робіт, залежно від технічного стану автомобіля, його марки, умов та режимів експлуатації. Однак, з метою спрощення нормувань, спеціалізовані проектні організації розробили типові технологічні процеси, які легше і дешевше прив’язати до конкретних умов експлуатації АТЗ та ВТБ. Розроблення (прив’язка) і дотримання вимог технологічних

процесів ТО і ПР є гарантією оптимізації матеріально-технічних засобів, трудозатрат грошових коштів, безпеки праці, якості робіт.

Реалізація технологічних процесів вимагає виконання інших супровідних операцій (робіт), які не входять у їх склад: міжопераційне транспортування, пролежування, зберігання запасних частин, матеріалів і АТЗ, очікування обслуговування тощо. Усю сукупність технологічних процесів і супровідних операцій, які реалізуються у виробничій зоні автотранспортного підприємства, становить його виробничий процес. Очевидно, що головним стрижнем виробничого процесу АТП є його технологічні процеси.

Виробничі процеси ТО і ПР можуть реалізуватися як безпосередньо в АТП, так і на автообслуговувальних підприємствах (див. рис. 3.1). Якщо технічні обслуговування і ПР автомобілів виконуються у виробничо-технічній базі АТП, то останні належать до комплексних. Тобто, вони виконують, у першу чергу, відповідні обсяги транспортних робіт та усі види ТО і ПР, а також зберігання АТЗ. Це підприємства, розмірами 200-400 одиниць автотранспортних засобів. Якщо АТП коопероване (на 700-1000 одиниць автомобілів) і має у своєму складі кілька філій АТП (автотранспортні об'єднання – АТО), то ТО-2 і ПР виконують на головному підприємстві, ЩО, ТО-1 – на філіях.

Ремонтно-обслуговувальні дії виконують і на спеціалізованих підприємствах: бази централізованого технічного обслуговування (БЦТО), станції ТО (СТО) гаражі (стоянки), автозаправні станції.

Бази централізованого ТО призначені для централізованого виконання складних видів ТО та значних трудомісткостей ПР автомобілів, які експлуатують у невеликих АТП, що не мають належної ВТБ. Потужність БЦТО вимірюється кількістю приписаних до неї автомобілів. Вважають, що оптимальною є потужність – 1000-2000 одиниць АТЗ. БЦТО за призначенням поділяються на бази для виконання РОД вантажних автомобілів, легкових,

автобусів та змішані. Тут може бути організовано централізований ремонт окремих агрегатів та відновлення їх деталей [9, 15, 16, 19].

Станції ТО автомобілів призначені, в основному, для виконання обслуговування окремо легкових та вантажних автомобілів і автобусів або змішано як у повних обсягах ТО і ПР, так і окремих їх операцій. Залежно від місць розміщення, вони поділяються на міські та придорожні.

Гаражі і стоянки призначені, головню, для зберігання автомобілів (переважно індивідуального користування). До них відносять також кемпінги, мотелі. На цих об'єктах можуть виконуватись нескладні операції ТО і ПР, а також продаж запасних частин, експлуатаційних матеріалів.

Автозаправні станції призначені для забезпечення автомобілів паливом та мастильними матеріалами, антифризами, газом (газозаправні станції), стисненим повітрям, іншими експлуатаційними матеріалами, а також запчастинами. АЗС може бути розташована безпосередньо на території АТП, якщо розмір його перевищує 250 автомобілів. Розміри АЗС зумовлюються максимальною добовою кількістю заправок. Якщо їх 1500-1000 – це міська станція, якщо ж 500-1500 – це дорожня АЗС [12, 22, 23].

2.2. Вплив умов використання об'єкту ремонту на його технічний стан

В експлуатації транспортних засобів важливо враховувати умови, які впливають на режими роботи їх вузлів та агрегатів, регулюючи прискорення чи зменшуючи інтенсивність змін технічних параметрів їхнього стану [22].

У процесі експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) можна виділити різні дорожні та рухові умови, зокрема транспортні, сезонні і природно-кліматичні.

Дорожні умови визначають режим роботи АТЗ і характеризуються такими параметрами, як якість і вид дорожнього покриття, технічна категорія

дороги, опір руху АТЗ та конструктивні елементи дороги в плані. Тип дорожнього покриття суттєво впливає на режими роботи АТЗ, а також на його агрегати і вузли (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вплив дорожнього покриття на режими роботи вузлів та агрегатів автотранспортного засобу [22, 23]

| Показник | Цементобетон, асфальтобетон | Бітумні мінеральні суміші | Щебеневі, гравійні | Булижніе, ґрунтові, укріплені | Природні ґрунтові |
|---|-----------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|
| Середня технічна швидкість, км/год | 66 | 56 | 36 | 27 | 20 |
| Коефіцієнт опору коченню | 0,014 | 0,020 | 0,032 | 0,040 | 0,080 |
| Середня кількість обертів колінчастого вала двигуна на 1 км | 2228 | 2561 | 2628 | 3185 | 4822 |
| Число виключень зчеплення на 1 км | 0,35 | 0,37 | 0,49 | 0,64 | 1,52 |
| Середнє квадратичне відхилення кута повороту рульового колеса, град | 8 | 9,5 | 12 | 15 | 18 |
| Число гальмувань на 1 км | 0,24 | 0,25 | 0,34 | 0,42 | 0,9 |
| Число коливань підвіски з амплітудою більше 30 мм на 100 км | 68 | 128 | 214 | 352 | 625 |
| Число перемикання передач на 1 км | 0,52 | 0,62 | 1,24 | 2,10 | 3,20 |

Необхідно відзначити, що режими роботи автотранспортних засобів (АТЗ) впливають на показники його надійності та інші технічні характеристики автомобіля та його технічний стан.

Умови руху характеризуються впливом зовнішніх факторів на режими руху, а отже, і на режими роботи АТЗ. Наприклад, режими роботи вантажного автотранспортного засобу (АТЗ) в інтенсивному міському русі можуть змінюватися порівняно із замиською дорогою, навіть за умови однакового типу і стану дорожнього покриття. Наприклад, швидкість руху автомобіля може зменшуватися до 50–52%, частота обертання колінчастого

вала зростає на 130–136%, середнє число перемикачів передач збільшується в 3–3,5 рази, а робота гальмівних механізмів в середньому зростає в 8–8,5 разів. Пробіг за криволінійною траєкторією руху також може зростати в 3–3,6 рази [22, 23].

Щодо транспортних умов (умов перевезень), вони охоплюють швидкість руху, протяжність завантаженої поїздки ТЗ l , коефіцієнт використання вантажопідйомності ТЗ γ , коефіцієнт використання пробігу β , тип вантажу, коефіцієнт використання причепів k_{np} . Визначення впливу найбільш значущих параметрів умов експлуатації АТЗ на розподіл їх відмов та несправностей може служити ключовим етапом в підтримці оптимального технічного стану автотранспортних засобів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Ступінь впливу чинників на експлуатаційну надійність автомобілів, % [22, 23]

| Автомобіль | f | Π | β | i | γ | l | k_{np} | Всього |
|--------------|-----|-------|---------|-----|----------|-----|----------|--------|
| Категорія N1 | 29 | 21 | 13 | 12 | 10 | 8 | 9 | 100 |
| Категорія N2 | 33 | 19 | 12 | 18 | 6 | 6,5 | 5,5 | 100 |

Примітка: f – коефіцієнт опору коченню; i – середнє значення ухилу дороги на маршруті, %; Π – коефіцієнт насиченості перешкодами маршруту (що є відношенням швидкості, яка розвивається автомобілем на горизонтальній ділянці міжміської дороги першої категорії до середньої швидкості автомобіля на даному маршруті).

За видом покриття усі дороги поділяються на п'ять груп [22, 23]:

- D_1 – цементобетонні (монолітні і збірні); асфальтобетонні з сумішшю, що укладаються в гарячому, теплому і холодному стані; з бруківки і мозаїки на бетонній або кам'яній основі
- D_2 – покриття з бітумно-мінеральних сумішшю підібраного складу із застосуванням міцного щебеню і в'язкого бітуму, приготованих в змішувачах і укладаються в гарячому стані
- D_3 – щебеневі, гравійні та з інших міцних мінеральних матеріалів з необхідним ущільненням їх при будівництві; дьогтебетонні суміші, що укладаються як в гарячому, так і в холодному стані
- D_4 – покриття з брукового і колотого каменю; покриття з ґрунтів і місцевих маломіцних кам'яних матеріалів, оброблених органічними в'язкими речовинами або поєднанням різних в'язких і добавок активних речовин

D_5 – природні ґрунтові дороги; з ґрунтів, укріплених або поліпшених різними місцевими матеріалами; дерев'яні покриття

В залежності від рельєфу місцевості дороги поділяються на рівнинні P_1 слабогорбисті P_2 , горбисті P_3 , гористі P_4 і гірські P_5 .

Природно-кліматичні умови характеризуються вітровим навантаженням, температурою повітря, вологістю, рівнем сонячної радіації та іншими параметрами. Ці умови впливають на теплові та інші режими роботи вузлів та агрегатів автотранспортних засобів (АТЗ), впливаючи також на їхній технічний стан та рівень надійності.

Інтенсивність процесів зношування вузлів та агрегатів АТЗ, а також кількість відмов та несправностей ω , залежать від його пробігу і піддаються впливу кліматичних умов. Наприклад, експлуатація автотранспортних засобів в умовах великих температурних варіацій або екстремального вітрового навантаження може призводити до прискореного зношування та витрат енергії (рис. 2.1).

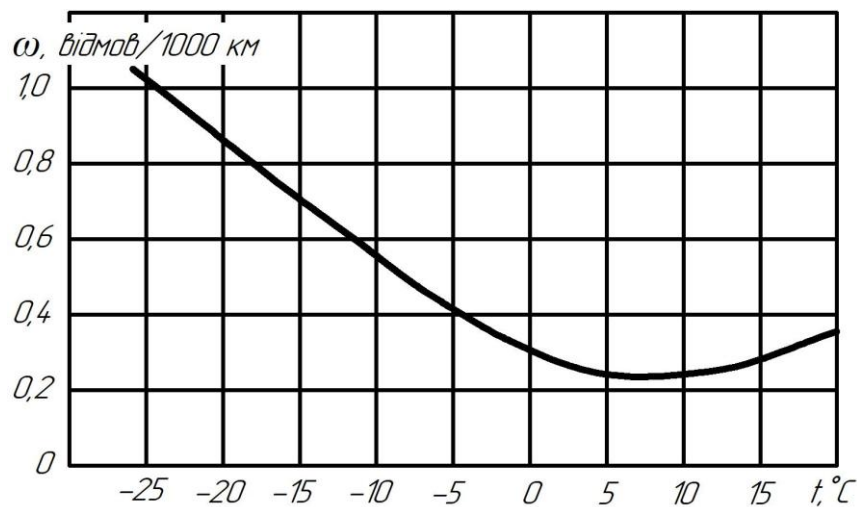


Рисунок 2.1 – Вплив температури навколишнього середовища на зміну числа відмов та несправностей АТЗ

Отже, природно-кліматичні умови важливі для забезпечення оптимальної експлуатації АТЗ, а їх врахування дозволяє підтримувати технічний стан автотранспортних засобів на високому рівні та зменшувати ймовірність виникнення несправностей

Отже, згідно з рис. 1.7 зміна числа відмов та несправностей має криволінійний характер, де мінімум відповідає оптимальній температурі експлуатації АТЗ, яка знаходиться в межах 5–10 °С. Також, аналогічно для окремих агрегатів існує оптимальний температурний режим. Наприклад, мінімальний знос двигуна АТЗ спостерігається при температурі охолоджуючої рідини в межах 70–90 °С (рисунок 2.2).

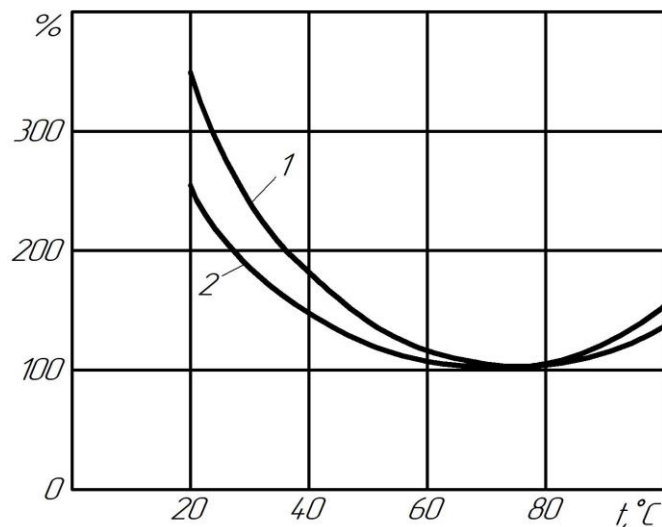


Рисунок 2.2 – Залежність відносної швидкості зношування деталей ТЗ обладнаних бензиновим (1) та дизельним (2) двигунами від температури охолоджуючої рідини

Це підкреслює важливість відповідного терморегулювання та управління температурою в різних частинах та агрегатах АТЗ для забезпечення їхньої ефективності та тривалості служби. Оптимальний температурний режим дозволяє знижувати знос, підтримувати оптимальну працездатність та забезпечувати стабільність роботи автомобіля в різних умовах експлуатації.

При експлуатації у середовищі низьких температур порушується тепловий режим, збільшується пусковий знос, що призводить до незадовільного змащування тертевих поверхонь. Атмосферні явища, такі як вітер, сприяють швидшому охолодженню агрегатів автотранспортних засобів (АТЗ). Наприклад, температура охолодження рідин і оливи основних вузлів і

агрегатів стаціонарних АТЗ зростає в 2,5-3 рази при швидкості вітру 10-12 м/с порівняно з безвітрям [22, 23].

Сезонні умови характеризуються температурними коливаннями навколишнього повітря, станом дорожніх умов, а також впливом інших чинників, таких як волога і бруд восени і взимку, пил влітку. Інтенсивність зношування фрикційних накладок гальм вантажних АТЗ в зимовий період приймається як 100%, влітку зростає до 130-160%, а весною, осінню - відповідно 200-240%, 220-320%. Таким чином, можна зазначити, що майже 60% відмов АТЗ припадає на період весняно-осінній. [22, 23].

Режими роботи та інтенсивність зміни показників технічного стану автотранспортних засобів (АТЗ) суттєво впливають на якість експлуатаційних матеріалів, таких як оливи, мастила, палива, рідини, а також на якість використовуваних запасних частин. Кваліфікація персоналу та інші фактори також відіграють важливу роль. Наприклад, водії з вищою майстерністю або професійною підготовкою, які експлуатують АТЗ в однакових умовах, можуть забезпечити комфортні умови перевезення для пасажирів чи сприятливі умови для перевезення вантажів при зростанні швидкості руху. Крім того, вони можуть забезпечити ефективну роботу вузлів і агрегатів, сприяючи зменшенню кількості відмов та підвищенню їх ресурсів.

2.3. Основні ймовірні причини втрати роботоздатності

Технічний об'єкт, включаючи автотранспортний засіб (АТЗ), взаємодіє з навколишнім середовищем, користувачем та іншими об'єктами праці під час експлуатації, зберігання або транспортування. Протягом цього процесу відбувається зниження його показників якості, яке може бути розглянуте як абсолютна чи відносна величина [3, 4, 22, 23].

Абсолютне зниження якості АТЗ визначається фізичним старінням чи зносом об'єкта. Це обумовлено впливом різнотипних процесів, які впливають на АТЗ і призводять до зміни властивостей деталей та матеріалів об'єкта.

Відносне зниження якості АТЗ пов'язане з появою нових, вдосконалених виробів, які мають кращі вихідні параметри порівняно з АТЗ, які оцінюються [3, 4, 7, 22].

Моральне старіння визначається змінами в показниках якості, які виникають внаслідок відставання від науково-технічного рівня.

У науці про надійність вивчаються процеси, що призводять до абсолютних змін показників якості, тобто процеси фізичного старіння.

Зниження вихідних параметрів об'єктів та виникнення їх відмов може бути викликане різними причинами, серед яких основні включають:

1. Кліматичні та антропогенні фактори: Вплив кліматичних умов, таких як холод, тепло, вологість, сонячна радіація, а також антропогенні впливи від людини-користувача. Наприклад, температурні коливання можуть викликати деформації, а волога може сприяти старінню та корозії матеріалів.
2. Внутрішні монтажні та залишкові напруження: Вплив напружень, що виникають під час виготовлення об'єкта. Ці напруження можуть спричинити внутрішні пошкодження та впливати на механічні властивості матеріалів.
3. Ударно-вібраційні навантаження: Виникають під час робочих процесів та переміщення технічного об'єкта. Ці навантаження можуть призводити до механічних пошкоджень та втрати стійкості.

Щодо автотранспортних засобів (АТЗ), природно-кліматичні чинники, такі як температурні зміни, волога, сонячна радіація, можуть впливати на їхню роботу. Наприклад, температурні коливання можуть викликати термічний знос, а волога може пришвидшити процеси старіння та корозії.

Людина-користувач також може впливати на стан та роботу АТЗ через порушення режимів експлуатації, неправильне обслуговування, зберігання чи ремонт. Ці фактори можуть призводити до недоліків у роботі автотранспортного засобу та спричиняти виникнення відмов [3, 4, 7, 22].

Під час експлуатації автотранспортні засоби викриваються впливи різноманітних механічних навантажень, зокрема: вібрацій, ударів, акустичних шумів та інших. Зазвичай, джерелами цих навантажень є робочі процеси вузлів та механізмів автотранспортного засобу (рух окремих елементів, згоряння палива і т.д.), а також взаємодія з дорожнім покриттям чи рельєфом (грунтовим, польовим, дорожнім та іншим). При тривалих вібраціях зазвичай виникають ефекти втомленості. Удари призводять до коливань у різних спектрах частот у конструктивних елементах автотранспортного засобу, і це викликає вищі амплітудні коливання на певних резонансних частотах, що може призвести до відмов. Акустичні шуми, хоча подібні за характером до вібрацій та ударів, проявляються в вищому діапазоні частот.

Всі перелічені впливи взаємодіють у складній взаємозалежності, виражаючись у формі механічної, теплової чи хімічної енергії. Оскільки їхній вплив на автотранспортний засіб є комплексним та пов'язаним з певними процесами у матеріалах деталей, це в кінцевому підсумку може призвести до пошкодження деталей або зміни початкових параметрів і втрати працездатності.

Процеси, що впливають на властивості матеріалів та стан деталей, можна умовно класифікувати на оборотні та необоротні.

Оборотні процеси викликають тимчасові зміни в параметрах елементів чи систем об'єкта в певних межах без прогресивного погіршення та втрати роботоздатності. Прикладом такого процесу може служити пружна деформація.

Необоротні процеси призводять до поступового зниження параметрів об'єкта з часом, що характеризується прогресивним погіршенням

роботоздатності та настанням відмови. До необоротних процесів відносяться втомленість, зношування, старіння та корозія.

Взаємозв'язок між явищами та процесами, що викликають порушення роботоздатності та виникнення відмови, можна схематично представити (див. рисунок 2.3) [3, 4, 7].

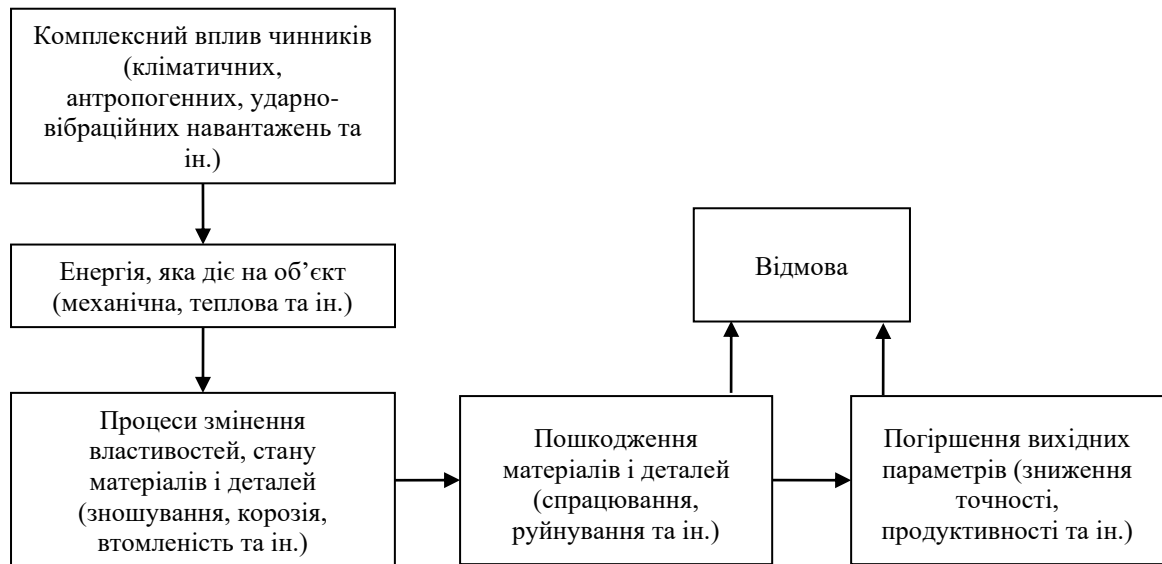


Рисунок 2.3 – Схема причинно-наслідкових зв'язків виникнення відмови

З метою забезпечення роботоздатності автотранспортних засобів важливо мати достатню інформацію про всі складові, зображені на схемі. Для досягнення необхідних результатів важливо розуміти та вивчати фізичну сутність необоротних процесів та їх закономірності, що визначають їх прогрес у часі. Це дозволяє ефективно управляти та попереджувати процеси, які можуть призвести до зниження роботоздатності та виникнення відмов у автотранспортних засобах.

Висновки до розділу 2

1. Послідовність та зміст операцій ТО визначається потребами виконання тих або інших робіт, залежно від технічного стану автомобіля, його марки, умов та режимів експлуатації. Однак, з метою спрощення нормувань, спеціалізовані проектні організації розробили типові технологічні процеси, які легше і дешевше прив'язати до конкретних умов експлуатації АТЗ та ВТБ. Розроблення (прив'язка) і дотримання вимог технологічних процесів ТО і ПР є гарантією оптимізації матеріально-технічних засобів, трудозатрат грошових коштів, безпеки праці, якості робіт.

2. Режими роботи та інтенсивність зміни показників технічного стану автотранспортних засобів (АТЗ) суттєво впливають на якість експлуатаційних матеріалів, таких як оливи, мастила, палива, рідини, а також на якість використовуваних запасних частин. Кваліфікація персоналу та інші фактори також відіграють важливу роль.

3. Під час експлуатації автотранспортні засоби викриваються впливи різноманітних механічних навантажень, зокрема: вібрацій, ударів, акустичних шумів та інших. Зазвичай, джерелами цих навантажень є робочі процеси вузлів та механізмів автотранспортного засобу (рух окремих елементів, згоряння палива і т.д.), а також взаємодія з дорожнім покриттям чи рельєфом (грунтовим, польовим, дорожнім та іншим).

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

3.1. Методика аналізу особливостей конструкції об'єкта ремонту

Одним із компонентів конструктивно-технологічного базису (КТБ) ремонтно-відновних процесів є особливості конструкції об'єкта ремонту (ОР) та його ремонтпридатність. Цей фактор КТБ суттєво впливає на структуру і динаміку технологічного процесу. Саме тому для того, щоб змодельовати технологічний процес на ЕОМ, слід, насамперед, проаналізувати особливості конструкції ОР, оцінити його ремонтпридатність [8, 15, 16].

Для цієї мети зручно використати абстрактну схему розчленування конструкції – графічну модель. Графічна модель конструкції (рис. 3.1) – це гранично розгалужений граф, вершини якого символізують складальні одиниці і деталі, а зв'язки між вершинами (ребра) інформують про можливий порядок від'єднання елементів конструкції і спосіб їх кріплення між собою або ж до базової деталі. Модель конструкції будують за такими правилами:

- а) складальні одиниці і деталі, з яких складений ТОБ, зображають за допомогою умовних символів (наприклад, Δ – складальна одиниця, \circ – деталь) на декількох рівнях;
- б) на 1-му рівні зображають всі складальні одиниці і деталі, які можуть бути паралельно і безперешкодно (без додаткових слюсарних операцій, крім операцій від'єднання кожного зображуваного елемента конструкції) демонтовані із ОР;
- в) за допомогою умовних символів зображають вид або спосіб кріплення кожної складальної одиниці або деталі (наприклад, \sphericalangle – різьбове, \uparrow – вільне, \downarrow – з натягом, Ψ – шпонкове, \uparrow – шлицьове тощо);
- г) на другому рівні моделі зображають ті елементи конструкції, які

можуть бути від'єднані (до них відкрився доступ) після того як будуть зняті складальні одиниці і деталі першого рівня; обов'язково показують залежні конструктивні зв'язки між відповідними елементами конструкції другого рівня і складальними одиницями першого;

д) такі кроки розшарування конструкції на рівні виконують до повного розбирання ОР на складальні одиниці і деталі;

е) складальні одиниці і деталі нумерують за рівнями, зліва направо, наприклад, 1.1, 1.2,...,i.k, 2.1, 2.2,...2.n, 1.1, 1.2,...I.m, а назви записують або на листі або в записку.

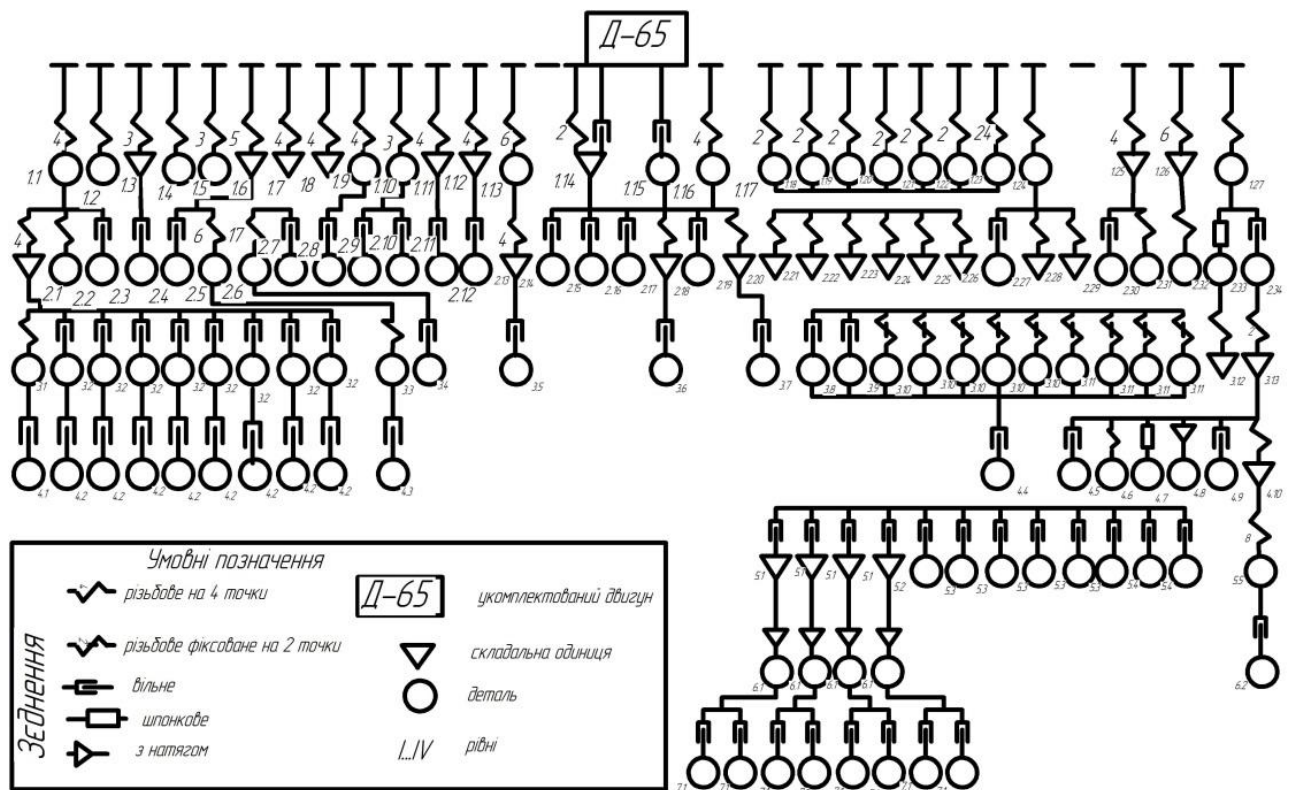


Рисунок 3.1 – Графічне відображення моделі конструкції

Як бачимо із рис. 3.1, складальні одиниці розташовані пошарово на декількох рівнях. Таке розташування вказує на черговість від'єднання складальних одиниць і деталей. Ті, які розташовані на однаковому рівні, можуть від'єднуватись паралельно, а такі, що показані на різних рівнях – згідно з чергою, яка йде згори і додолу [8, 15, 16].

Слід звернути увагу на те, що є лише вертикальні зв'язки між складальними одиницями, а горизонтальні – відсутні. Оці залежні конструктивні зв'язки між двома або декількома складальними одиницями, які розташовані на суміжних рівнях, свідчать про те, що складальна одиниця нижчого рівня може бути від'єднана лише після зняття елемента конструкції вищого рівня. Кожен конструктивний зв'язок моделі конструкції в технологічному процесі має потенційну можливість перетворитись у часовий зв'язок – елементарну технологічну операцію (ЕТО).

Модель конструкції ОР дає змогу проаналізувати її особливості за такими показниками [8, 16]:

- а) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на складальні одиниці, деталі;
- б) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на деталі;
- в) кількість складальних одиниць;
- г) кількість деталей;
- д) кількість видів кріпильних з'єднань (різьове, шпонкове, шлицьове тощо);
- е) кількість точок кріплення однакового типу;
- є) кількість робітників, які можуть розчленувати ОР одночасно.

Крім цих кількісних показників для аналізу особливостей конструкції слід застосовувати і якісні показники. До таких відносимо: вивільнення основних складальних одиниць, корпусної (базової) деталі, пристосованість ОР до ТО, діагностування і регулювання, можливість застосування універсальних і спеціальних технічних засобів і механізованих пристроїв тощо.

Одним із важливих факторів, який істотно впливає на формування структури технологічного процесу ремонту ТОР, тобто кількість, зміст і взаємозалежність елементарних технологічних операцій, в передремонтний технічний стан.

Технічний стан об'єкта ремонту диференціюють на дві неоднакові частини: технічний стан складальних одиниць і деталей і технічний стан спряжень. Технічний стан спряжень впливає лише на тривалість ЕТО розбирання ТОР, тобто динаміку ТП, і цей вплив враховують достатньою кількістю хронометражних спостережень. Технічний стан складальних одиниць і деталей характеризує їх залишковий технічний ресурс.

Процес вичерпання ресурсу має випадковий характер і перебуває у функціональній залежності від надійності ТОР, яку характеризують властивості: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збережуваність. Опіраючись на постулати теорії ймовірностей, можемо допустити, що ТОР однієї марки в однакових умовах експлуатації після рівнозначного напрацювання матимуть, за незначного відхилення, приблизно одні і ті ж дефекти, (відмова або залишковий ресурс менший від міжремонтного) складальних одиниць і деталей. Варіант поєднання одночасних дефектів складальної одиниці, імовірність виникнення якого найвища, характеризуватиме найвірогідніший її технічний стан, а всіх складальних одиниць – найвірогідніший технічний стан ТОР загалом. Тому для конкретизації передремонтного технічного стану ТОБ слід продефектувати всі його складальні одиниці і деталі і визначити найвірогідніший варіант одночасної появи дефектів в кожній з них.

Під час ремонту ТОР доводиться виконувати два види робіт: регламентовані, які передбачені технологічною документацією, і нерегламентовані, які викликані технічним станом. Під час капітального ремонту 90-95% робіт регламентовані, а лише 5-10% визначають з технічного стану (наприклад, заварювання тріщин). Для поточного ремонту, навпаки - 85-90% робіт виникають за потребою, а 10-15% - регламентовані (це – операції ТО). Регламентовані роботи відомі. Вони передбачені технологічною документацією на кожен вид ремонтних втручань. Мета досліджень передремонтного технічного стану ТОР на виробництві звужується до визначення обсягу саме регламентованих робіт, які слід

виконати під час капітального (поточного) ремонту. Для цього слід скористатись розробленою на кафедрі комплексною методикою, яка передбачав послідовне використання двох методів: експертних оцінок і дефектування [8, 15, 16].

За допомогою методу експертних оцінок визначаємо перелік складальних одиниць, які обов'язково матимуть дефекти після певного напрацювання (його задано в завданні на проектування). Застосовуючи цей метод, потрібно обґрунтувати кількість експертів, вимоги до них, сформувати експертну групу, сумлінно виконати опитування і опрацювати одержану інформацію. Закінчується перший етап заповненням зведеної таблиці, у яку вписуємо назви складальних одиниць і деталей ТОР, що, на думку переважної більшості (не менше 2/3) експертів, обов'язково матимуть дефекти після заданого напрацювання.

Другий етап – дефектування (переважно мікрометрування) складальних одиниць, які внесені до зведеної таблиці. Основне завдання цього експерименту – виявити всі варіанти поєднань одночасних дефектів у кожній складальній одиниці і обґрунтувати найвірогідніше з них. Послідовність цього етапу така: вибір місця виконання експерименту, обґрунтування обсягу вибірки, дефектування складальних одиниць і деталей, опрацювання результатів.

Одержані результати дослідження передремонтного технічного тану (перелік регламентованих і нерегламентованих робіт), а також особливості конструкції ТОР дають змогу обґрунтувати технологію ремонту. Кожен дефект можна усунути декількома технологічними способами. Однак певний технологічний спосіб в процесі ремонту реалізують неоднаковим за точністю, вартістю, енергетичними витратами (рівень технічної оснастки). Крім цього, різні способи усунення одного і того ж дефекту є неоднаковими за тривалістю і показниками надійності. Тому для обґрунтування прогресивної технології ремонту ТОР слід проаналізувати різні способи усунення кожної

відмови і вибрати найефективніший за критеріями, про які йшла мова перед тим.

Для кількісної оцінки показників трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора 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. У відповідні графи якої ми вносили інформацію з результатами спостережень, а саме тривалості виконання технологічної операції розбирання ($t_{роз}$), тривалості виконання технологічної операції складання ($t_{ск}$) та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу ремонту генератора ($T_{заг}$) (таблиця 3.1.)

Таблиця 3.1 – Форма таблиці для відображення статистичних даних оцінення показників трудомісткості технологічного процесу ремонту автомобільного генератора

| № з/п | Дата | Марка генератора | Тривалість операції розбирання, $t_{роз}$ хв | Тривалість операції складання $t_{ск}$ хв | Загальна трудомісткість ремонту, $T_{заг}$ люд-год |
|-------|------------|-------------------------------|--|---|--|
| 1 | 07.06.2023 | Bosch K1-14V (0 120 489 331) | 18,6 | 36 | 3,45 |
| 2 | 07.06.2023 | Valeo A14N14v | 13,8 | 28 | 1,95 |
| 3 | 08.06.2023 | Sens 65A АТЕК (1102-3701010) | 33,7 | 40 | 4,05 |
| 4 | 08.06.2023 | Valeo (439236) | 19,7 | 32 | 3,30 |
| 5 | 08.06.2023 | Lucas LRA139 | 37 | 52 | 8,1 |
| ... | ... | | | | |
| n | 31.08.2023 | Bosch N1-14V (0 986 040 870) | 12,9 | 26 | 2,85 |

Спостереження проводимо для усіх генераторних установок легкоих автомобілів, що надходять в ремонт. Окрім того, нами було проведено статистичні спостереження для відповідних технологічних процесів, що виконуються із використанням пневматичного інструменту. 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 (ТПР) є скінченною множиною взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО) певної тривалості, які виконують один або декілька виконавців за допомогою визначеної технології.

Отже, ТП – це структурна, динамічна система, оскільки він складається з багатьох елементів, які взаємодіють між собою і утворюють єдине ціле. Структуру ТП формують ЕТО, міжопераційні часові і орієнтувальні зв'язки, множина і взаєморозташування яких обумовлює КТБ. Тому множина і тривалість ЕТО, а також міжопераційні зв'язки можуть бути визначені лише після дослідження особливостей конструкції і передремонтного технічного стану ОР, аналізу технології і технічних засобів її реалізації.

Для цього потрібно конкретизувати наступний перелік [8, 15, 16]:

1) складальних одиниць і деталей, які будуть обов'язково демонтовані під час ТП:

а) нероботоздатних, або таких, що мають залишковий ресурс, менший від міжремонтного;

б) таких, що значно утруднюють або унеможливають доступ до перелічених в п.а);

2) операцій розбирання-складання ОР під час ТП;

- 3) інших ЕТО: миття, дефектування, відновлення, регулювання, обка-тування тощо;
- 4) видів РТО.

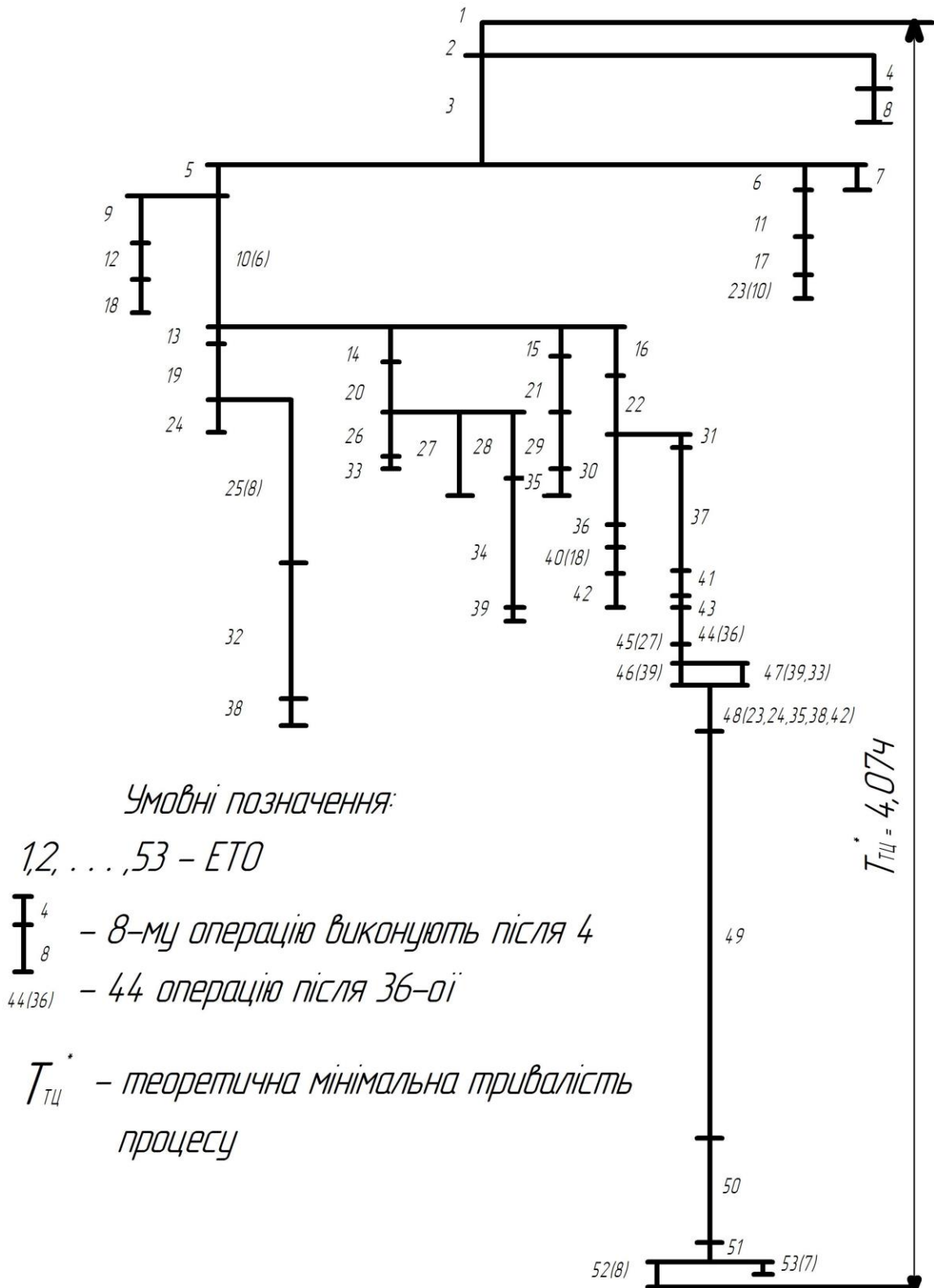


Рисунок 3.2 – Графічна модель технологічного процесу поточного ремонту двигуна

Множину роботоздатних і низькоресурсних складальних одиниць визначають за результатами досліджень передремонтного технічного стану ОР. Список складальних одиниць, які не дають або значно утруднюють доступ до нероботоздатних, визначають за допомогою графічної моделі конструкції. Саме за допомогою такої моделі вдається швидко виявити, які елементи конструкції слід демонтувати з ОР (а потім і змонтувати), щоби "добратись" до нероботоздатної складальної одиниці.

Крім цього, на підставі моделі конструкції ОР визначають і множину ЕТО розбирання-складання, оскільки в цих двох фазах ТП беруть участь складальні одиниці, які є нероботоздатними або не дають вільного доступу до останніх [8, 16].

Зміст інших ЕТО, які слід виконати під час ТП, щоби відновити роботоздатність і ресурс ОР, передбачає технологія усування тих. чи інших дефектів відповідних складальних одиниць і деталей. Вона ж (технологія) конкретизує множину видів РТО.

Міжопераційні часові зв'язки, тобто обмеження на черговість виконання ЕТО, визначають на підставі аналізу вимог технології і особливостей конструкції ОР. Основною тут є також модель конструкції, оскільки вона дає змогу виявити:

- а) можливість паралельного виконання ЕТО розбирання (складання);
- б) залежні конструктивні зв'язки між складальними одиницями суміжних рівнів, які в ТП можуть (якщо вимагатиме технічний стан) перетворитись в ЕТО розбирання (складання),

Вимоги технології відповідно до технічного стану ОР "перемішують" ЕТО розбирання-складання іншими операціями (миття, дефектування, обкатування тощо) , але "каркас" графічної моделі ТП формує модель конструкції.

Міжопераційні орієнтувальні зв'язки, тобто орієнтацію на певний вид обладнання, визначають за технічним станом ОР, рекомендаціями технології і списком вибраного РТО.

Після конкретизації ЕТО і міжопераційних зв'язків потрібно визначити тривалість кожної операції. Найоб'єктивнішими є значення тривалості ЕТО, які одержані в умовах спеціалізованого ремонтного підприємства одним з найпоширеніших експериментальних методів – фотохронометруванням.

Завершальний етап – побудова графічної моделі ТП, яка зображається у вигляді графа типу "роботи-зв'язки". В цій моделі СТО зображені приєднаними векторами. Приєднаний вектор – поняття фізичне, а не математичне і його переміщення недопустиме. Довжина кожного вектора, який символізує одну ЕТО, дорівнює тривалості останньої в масштабі, а напрям збігається з напрямом міжопераційного часового зв'язку даної ЕТО із залежною (конструктивно, чи технологічно) операцією.

Отже, така модель дає графічне гранично-розгалужене зображення ТП і відтворює точну картину розташування ЕТО і міжопераційних зв'язків.

Графічну модель ТП будують за такими правилами [8, 16]:

1) побудова моделі йде згори донизу і з цим напрямом збігається напрям відліку часу;

2) першою за числом є фіктивна ЕТО, тривалість якої дорівнює нулеві, а код обладнання – умовний (найбільше число серед всіх кодів обладнання). Потреба у фіктивній ЕТО впливає з особливостей математичної програми моделювання на ЕОМ;

3) після початкової (фіктивної) операції зображають одну або декілька ЕТО (якщо є можливість виконати декілька операцій паралельно), якими розпочинається ТП. Можливість паралельного виконання ЕТО визначають лише властивості КТБ ТП, тобто особливості конструкції і передремонтного технічного стану ОР, вимоги технології і параметри обладнання, а фізичні можливості людини не впливають;

4) операції зображають приєднаними векторами у вигляді відрізків певного масштабу, довжина яких дорівнює тривалості ЕТО;

5) після закінчення кожної початкової ЕТО зображають одну або де-

кілька операцій, які є залежними (мають з початковою часовий зв'язок конструктивного або технологічного характеру) від початкової;

б) такі кроки здійснюють доти, доки не розташують всі ЕТО на моделі ТП.

Графічна модель процесу (рис. 3.2) – це декілька паралельних "гілок", кожна з яких в "ланцюжком" послідовних ЕТО. "Гілки" можуть розгалужуватись і збігатись, але всі вони беруть початок від фіктивної ЕТО.

Модель ТП дає змогу визначити теоретичну мінімальну тривалість ТП – $T_{mц}$ (рис.3.2) і є підставою для розрахунку і оптимізації технологічних процесів ремонту на ПЕОМ.

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, 13, 20].

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 [21]:

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

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 [13, 21]

| № 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:

$$v = \frac{\delta}{Y_c - Y_{3M}}; \quad (3.8)$$

де: Y_{3M} – 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 $Y_{3M} = Y_1$.

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 [13, 21]:

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

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

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 ($\alpha = 0,8 \dots 0,95$) яка не перевищує 10-20% [13, 21]:

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

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 [13, 21].

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 X^2 (Xi – квадрат, Пірсона) [13, 21]. Для цього відповідно для кожного часткового інтервалу необхідно розрахувати добуток – $N \cdot P_{Ti}$. Виразити критерій за формулою:

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

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 $(X')^2$ та порівняємо його із розрахунковим. У випадку якщо $X^2 < (X')^2$, тоді теоретичний розподіл відображає наявні емпіричні дані. В протилежному випадку близькість між емпіричним і теоретичним розподілом відсутня [13, 21].

Висновки до розділу 3

1. Модель конструкції об'єкта ремонту дає змогу проаналізувати її особливості за такими показниками: а) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на складальні одиниці, деталі; б) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на деталі; в) кількість складальних одиниць; г) кількість деталей; д) кількість видів кріпильних з'єднань (різьове, шпонкове, шлицьове тощо); е) кількість точок кріплення однакового типу; є) кількість робітників, які можуть розчленувати ОР одночасно.

2. Технологічний процес ремонту (ТТР) є скінченною множиною взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО) певної тривалості, які виконують один або декілька виконавців за допомогою визначеної технології.

3. Використання для обробки статистичних даних виробничих експериментів за допомогою стандартизованих математичних методик створює передумови для твердження, що отримані результати є достовірними.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ

4.1. Результати оцінення показників трудомісткості технологічного процесу ремонту

Для кількісної оцінки показників трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора 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. У відповідні графи якої ми вносили інформацію з результатами спостережень, а саме час на виконання технологічної операції розбирання ($t_{роз}$), час на виконання технологічної операції складання ($t_{ск}$) та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу ремонту автомобільного генератора ($T_{заг}$)

В результаті отримані нами статистичні дані опрацьовувалися за відповідною методикою, що була наведена у розділі 3. Відповідно до неї було встановлено і побудовано розподіли трудомісткостей виконання технологічних операцій розбирання, складання та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу ремонту генератора в Товариство з обмеженою відповідальністю «АС+Львів» відповідно рисунки 4.1, 4.2 та 4.3.

На підставі критерію χ^2 Пірсона було встановлено, що статистичний розподіл тривалості виконання технологічної операції розбирання у даному підприємстві узгоджується із теоретичним законом Вейбулла. Диференціальна функція розподілу наступна [13, 21]:

$$f(t_{роз}^1) = 0,11 \left(\frac{t_{роз}^1 - 4}{17,737} \right)^{0,863} \times \exp \left[- \left(\frac{t_{роз}^1 - 4}{17,737} \right)^{1,863} \right]. \quad (4.1)$$

Статистичні характеристики даного розподілу наступні: математичне сподівання – 19,75 хв; середньоквадратичне відхилення – 8,714 хв; коефіцієнт варіації – 0,553. Вибірку було зроблено для 40 подій. Інші статистичні характеристики зазначеного розподілу наведено в дод. А.1.

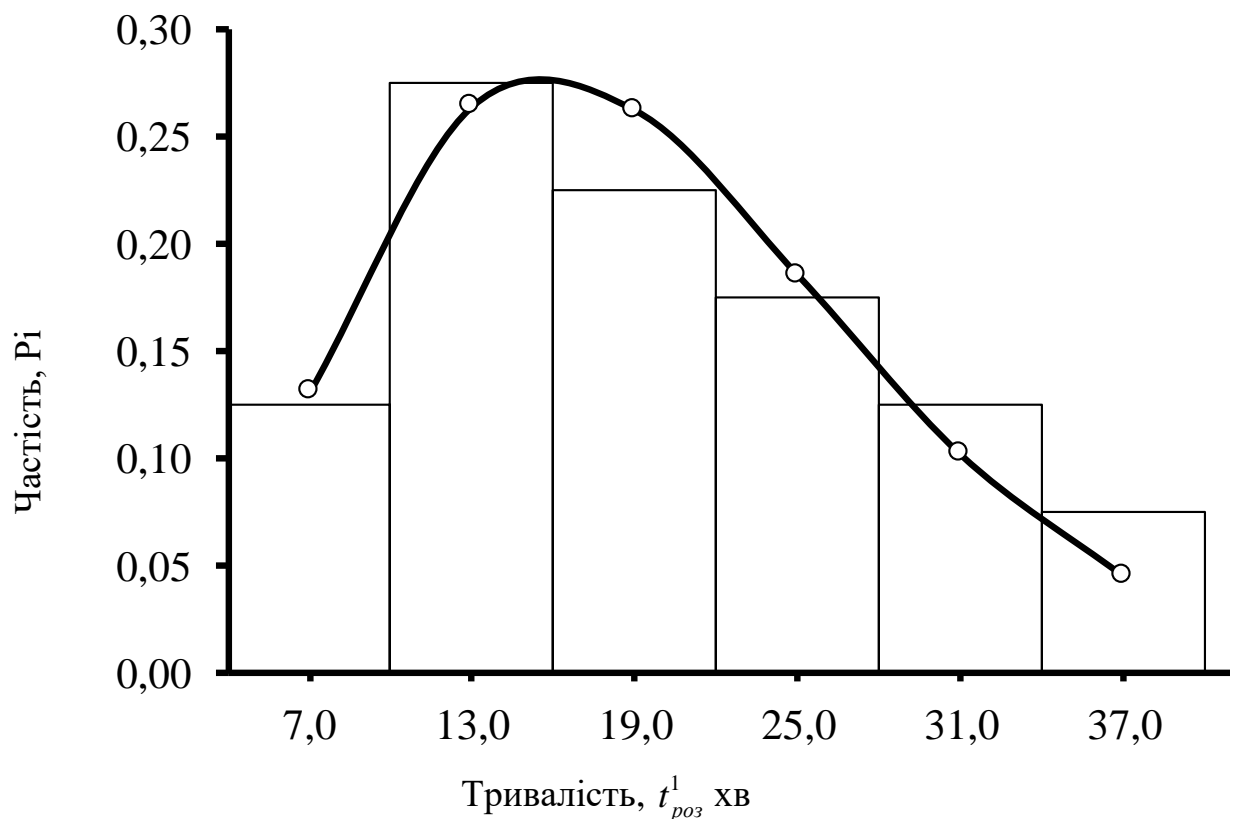


Рисунок 4.1 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання у ТОВ «АС+Львів»

Відповідним чином також було встановлено і статистичні розподіли трудомісткостей виконання технологічних операцій складання та загальна трудомісткість на виконання технологічного процесу ремонту генератора у ТОВ «АС+Львів», які також узгоджуються із теоретичним законом Вейбулла (рис. 4.2 та рис. 4.3).

Диференціальні функції розподілу яких наступні:

$$f(t_{ck}^1) = 0,034 \left(\frac{t_{ck}^1 - 14}{46,858} \right)^{0,584} \times \exp \left[- \left(\frac{t_{ck}^1 - 14}{46,858} \right)^{1,584} \right]; \quad (4.2)$$

$$f(T_{заг}) = 0,516 \left(\frac{T_{заг} - 1,35}{3,201} \right)^{0,652} \times \exp \left[- \left(\frac{T_{заг} - 1,35}{3,201} \right)^{1,652} \right]. \quad (4.3)$$

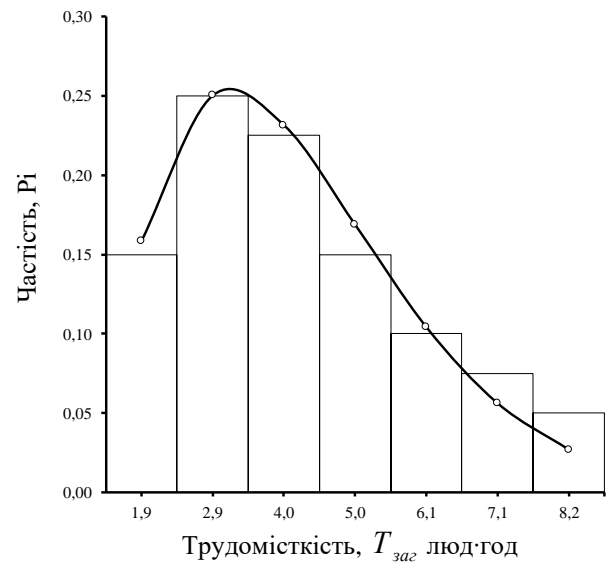
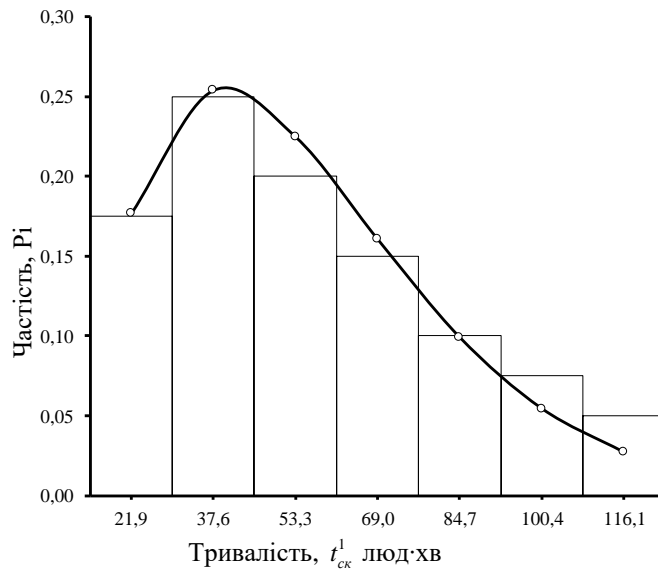


Рисунок 4.2 – Гістограма та теоретична крива розподілу часу на виконання технологічної операції складання у ТОВ «АС+Львів»

Рисунок 4.3 – Гістограма та теоретична крива розподілу загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу ремонту генератора у ТОВ «АС+Львів»

Статистичні характеристики даних розподілів наступні:

- для трудомісткості виконання технологічної операції складання математичне сподівання – 56,036 хв; середньоквадратичне відхилення – 26,964 хв; коефіцієнт варіації – 0,641. Вибірку було зроблено для 40 подій;
- для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу ремонту математичне сподівання – 4,2 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 1,765 люд·год; коефіцієнт варіації – 0,617. Вибірку було зроблено для 40 подій.

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

4.2. Результати оцінення показників трудомісткості удосконаленого технологічного процесу ремонту

З метою удосконалення технологічного процесу ремонту генераторів у ТОВ «АС+Львів» нами було запропоновано механізувати технологічний процес ремонту. Проаналізувавши матеріально-технічну базу підприємства та наявність добре розгалуженої пневмомережі, було прийнято рішення що для виконання технологічних операції розбирання-складання доцільно було б використовувати пневмоінструмент.

Отже, використовуючи методику наведену в пункті 3.1 нами було повторно проведено дослідження тривалості виконання розбирально-складальних робіт із застосуванням пневмоінструменту.

Відповідно до неї було встановлено і побудовано розподіли тривалостей виконання технологічних операцій розбирання та складання генератора під час його технологічного процесу ремонту в Товариство з обмеженою відповідальністю «АС+Львів» відповідно рисунки 4.4 та 4.5.

На підставі критерію χ^2 Пірсона було встановлено, що статистичний розподіл трудомісткості виконання технологічної операції розбирання із використанням пневмоінструменту у даному підприємстві відображається нормальним законом розподілу (рис. 4.4), функція густини якого має вигляд [13, 21]:

$$f(t_{роз}^2) = 0,241 \times \exp \left[-\frac{(t_{роз}^2 - 8,145)^2}{4,663} \right]. \quad (4.4)$$

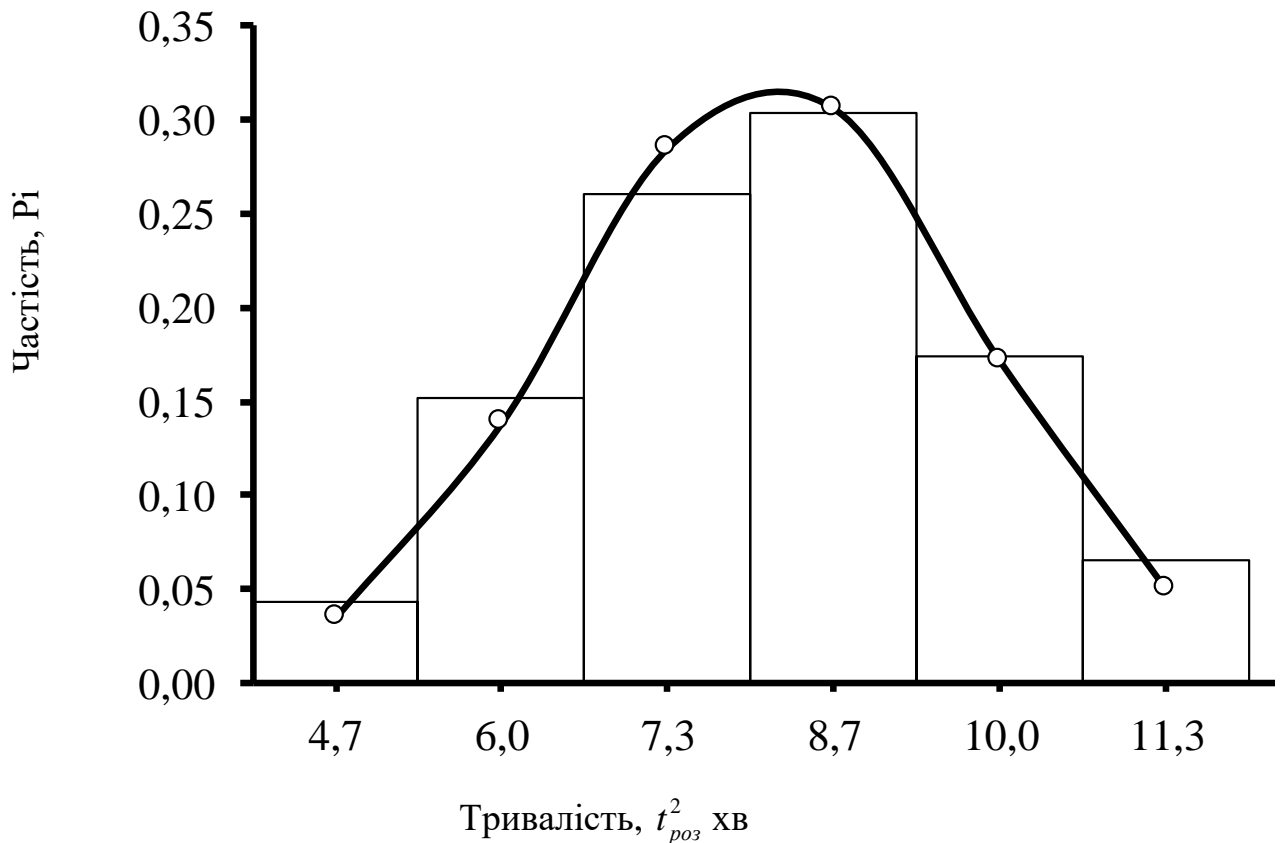


Рисунок 4.4 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання із застосуванням пневмоінструменту у ТОВ «АС+Львів»

Статистичні характеристики даного розподілу наступні: математичне сподівання – 8,145 хв; середньоквадратичне відхилення – 1,656 хв; коефіцієнт варіації – 0,400. Вибірку було зроблено для 46 подій. Інші статистичні характеристики зазначеного розподілу наведено в дод. А.4.

Проаналізовано дані та встановлено, що виконання технологічної операції складання із застосуванням пневмоінструменту у ТОВ «АС+Львів», узгоджуються із теоретичним законом Вейбулла (рис. 4.5), функція густини якого має вигляд:

$$f(t_{ск}^2) = 0,057 \left(\frac{t_{ск}^2 - 13,5}{30,037} \right)^{0,720} \times \exp \left[- \left(\frac{t_{ск}^2 - 13,5}{30,037} \right)^{1,720} \right]. \quad (4.5)$$

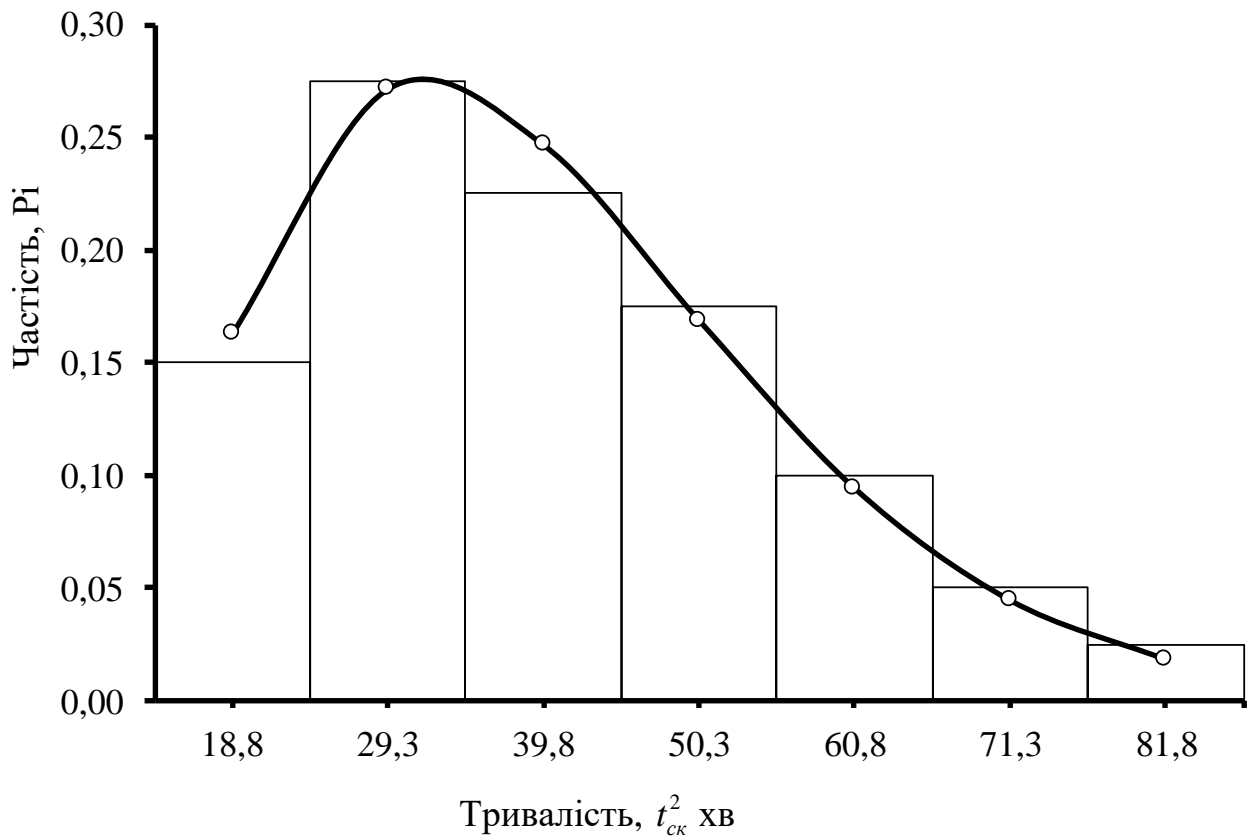


Рисунок 4.5 – Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості виконання технологічної операції складання із застосуванням пневмоінструменту у ТОВ «АС+Львів»

Статистичні характеристики даного розподілу наступні: математичне сподівання – 40,275 хв; середньоквадратичне відхилення – 15,915 хв; коефіцієнт варіації – 0,594. Вибірку було зроблено для 40 подій. Інші статистичні характеристики зазначеного розподілу наведено в дод. А.5.

Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок проте те, що впровадження пневматичного інструменту уможливило скоротити технологічний процес розбирання на 59% (11,6 хв), а технологічний процес складання на 28,1% (15,76 хв). Що в загальному дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів" до 3,74 люд·год, що на 10,95% менше в порівнянні із дослідженим.

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 ремонту генератора ($T_{заг}$) узгоджуються із із теоретичним законом Вейбулла.

2. Статистичні характеристики розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання автомобільного генератора наступні: математичне сподівання – 19,75 хв; середньоквадратичне відхилення – 8,714 хв; коефіцієнт варіації – 0,553 (вибірку було зроблено для 40 подій); відповідно для складання генераторів математичне сподівання – 56,036 хв; середньоквадратичне відхилення – 26,964 хв; коефіцієнт варіації – 0,641 (вибірку було зроблено для 40 подій); відповідно для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу ремонту генераторів: математичне сподівання – 4,2 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 1,765 люд·год; коефіцієнт варіації – 0,617 (вибірку було зроблено для 40 подій).

3. Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок проте те, що впровадження пневматичного інструменту уможливило скоротити технологічний процес розбирання на 59% (11,6 хв), а технологічний процес складання на 28,1% (15,76 хв). Що в загальному дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів" до 3,74 люд·год, що на 10,95% менше в порівнянні із дослідженням.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Положення охорони праці на ремонтних підприємствах

Охорона праці досліджує трудовий процес з позиції забезпечення життя та здоров'я працівників. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці ґрунтуються на забезпеченні координації діяльності державних органів, установ, організацій та громадських об'єднань, що вирішують різні проблеми охорони праці, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між власниками та працівниками, між усіма соціальними групами при прийнятті рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях [10, 14].

Основними вимогами безпеки, що ставляться до конструкцій машин та механізмів є безпека для здоров'я та життя людей, надійність та зручність експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- вибором безпечних принципів дії, конструктивних схем, елементів конструкції;
- використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- застосуванням у конструкції засобів захисту;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування і зберігання обладнання;
- застосуванням у конструкції відповідних матеріалів.

Машини, апарати, інструменти та інше обладнання, яке застосовується в ремонтних підприємствах, різноманітні за принципом дії, конструкцією, типом і розмірами. Проте існують деякі загальні вимоги, дотримання яких дозволяє забезпечити безпеку його експлуатації

(використання) (ДСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки».)

Вимоги до основних елементів конструкції [10, 14]:

1. Матеріали, застосовані в конструкції обладнання, не повинні бути небезпечними і шкідливими.
2. Обладнання та інструменти мають бути устатковані необхідними технічними засобами безпеки.
3. Рухомі частини обладнання, що становлять небезпеку, повинні бути огорожені чи устатковані засобами захисту, за винятком частин, огороження яких не допускається їхнім функціональним призначенням, у цьому випадку варто передбачати спеціальні заходи захисту.
4. Обладнання не повинно бути джерелом виділення в робочу зону виробничих приміщень шкідливих речовин вище гранично допустимих рівнів (концентрацій), великих кількостей теплоти і вологи.
5. Конструкція обладнання має забезпечувати виключення чи зниження до регламентованих значень рівнів шуму, ультразвуку, інфразвуку, вібрацій.
6. Елементи обладнання, з якими може контактувати людина, не повинні мати гострих країв, кутів, нерівних, легкозаймистих поверхонь.
7. Вхідні в конструкцію обладнання робочі місця та їх елементи повинні забезпечувати зручність і безпеку роботи, за необхідності пересування оператора під час обслуговування обладнання, воно має бути устатковане безпечними проходами, майданчиками, переходами, сходами, поручнями та ін.
8. Для запобігання небезпеці при раптовому вимиканні електроенергії всі робочі захоплюючі органи, затискні і піднімальні пристрої обладнання або їхні приводи мають бути устатковані спеціальними захисними пристосуваннями, при цьому необхідно запобігати можливості мимовільного вмикання приводів робочих органів при відновленні подачі енергії.

9. Конструкція обладнання повинна забезпечувати захист людини від ураження електричним струмом.

Органи керування обладнанням повинні відповідати таким основним вимогам [10, 14]:

- мати форму, розміри і поверхню, безпечні і зручні для роботи;
- бути розташованими в робочій зоні;
- розміщуватися з урахуванням необхідних для їхнього переміщення зусиль, що не перевищують встановлених стандартами, а також відповідати послідовності та частоті використання;
- виключати можливість мимовільного і самовільного вмикання і вимикання обладнання.

Окрім вище сказаного слід зазначити, що робота в майстернях технічного обслуговування та ремонту є суттєво небезпечною. Часто інструмент, який здавався цілком справним, не витримує більшого навантаження і руйнується піддаючи руки працівника травмуванню.

5.2. Моделювання процесів виникнення аварій та травм

Для моделювання виникнення аварій і травм при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів застосуємо метод логічного моделювання процесів формування виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків [10, 14].

Побудуємо логіко-імітаційну модель травм при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів (рис.5.1).

При роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів найнебезпечнішим явищем є ураження електричним струмом. Приймаючи подію «ураження» як головну і зв'язуючи цю подію шляхом логічного аналізу з наступною подією, що обумовлює її

виникнення за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших, приходимо до кінцевих подій, з яких і починає формуватися головна подія: «ураження». За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву «дерево відмов і помилок». Кінцеві події називають базовими [10, 14].

Як правило, побудова моделі починається з головної події - ураження електричним струмом, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис. 5.1.). Кожен блок рисунка, позначений відповідним номером, що означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі:

- відмова (травма) системи - головна подія;
- послідовність подій, що призводять до відмови системи;
- послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших;
- прямокутник - подія, що виникає як результат дії символа-оператора;
- базові події зображають у вигляді кружечків із написами в середині, вони є межею аналізу побудованої моделі ("дерева помилок");
- ромб - нерозкрита подія (подія, яка вимагає проведення відповідних досліджень).

Головною подією є ураження електричним струмом під номером 13, вона виникає внаслідок події номер 11 - пробивання на корпус і внаслідок нерозкритої події номер 12 - до установки в цей момент торкався працівник. Подія 11 пробивання на корпус стенда виникає через подію номер 7 - пошкоджена ізоляція, або подію номер 10 - неправильне під'єднання стенда до мережі. Подія номер 7 - пошкоджена ізоляція виникає внаслідок події номер 3 - перегрів дроту, або події номер 6 - механічне пошкодження. Подія номер 10 - неправильне під'єднання до мережі виникає внаслідок базової події номер 8 - стан контролю, або базової події номер 9 - професійний рівень працівників. Подія номер 3 - перегрів дроту виникає внаслідок базової події

номер 1 - стан контролю, або базової події номер 2 - професійний рівень працівників. Подія номер 6 - механічне пошкодження виникає внаслідок події номер 4 - стан контролю, або базової події номер 5 - професійний рівень працівників 15.

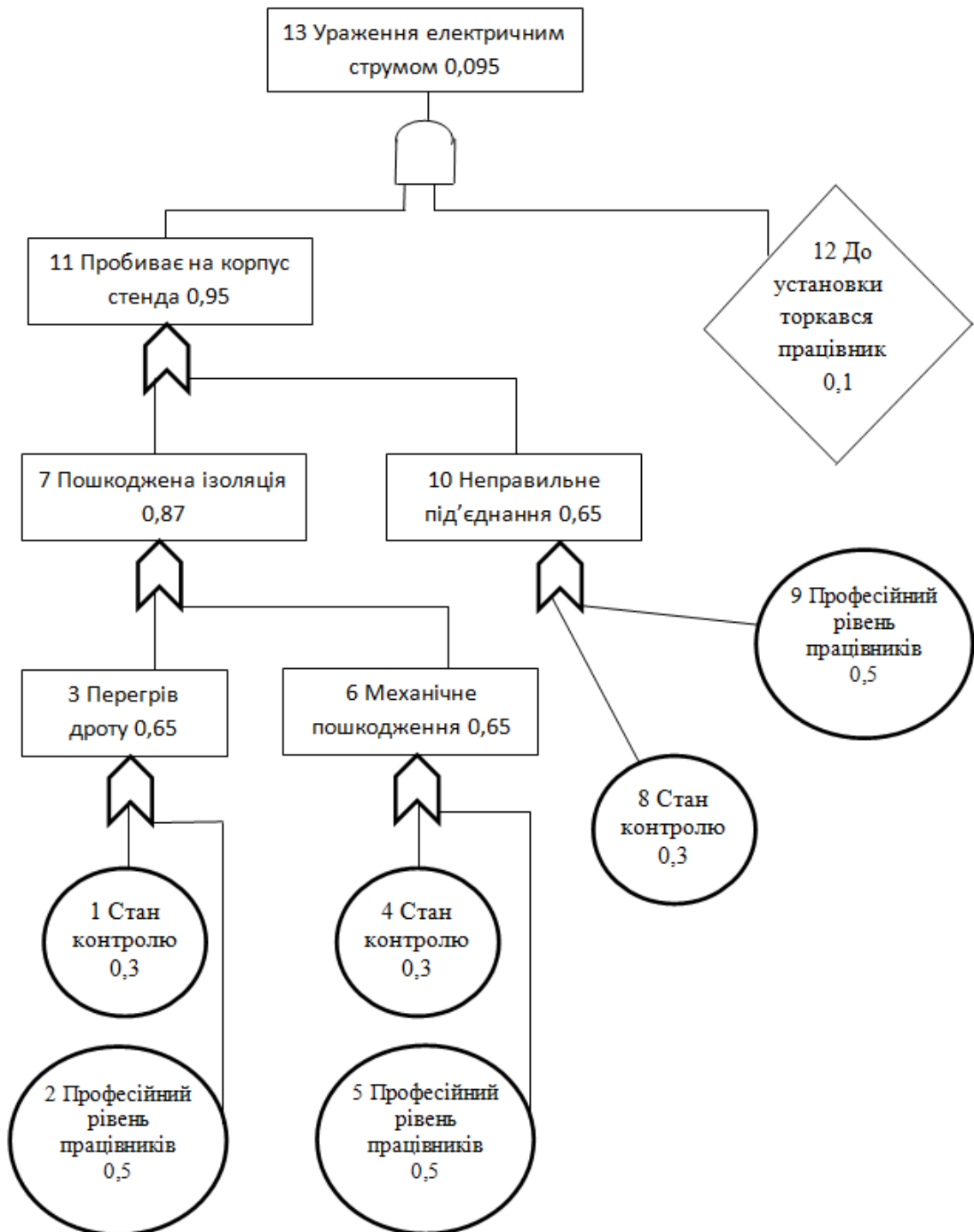


Рисунок 5.1 – Логіко-імітаційна модель процесу виникнення травми у працюючого при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів:

1,2,3...,12,13 – номери подій; 0,3; 0,5... - ймовірності подій. Контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 2 – «професійний рівень» це неправильний розрахунок діаметру дроту при конструюванні стенда. Базова подія 4 – «стан контролю» для події 6 – «механічне пошкодження» це контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 5 - для події 6 це буде професійність проведених робіт в зоні силового кабелю і можливість його пошкодити. Базова подія 8 – «стан контролю» для події 10 – «неправильне під'єднання» це контроль за станом стенда (ЩТО), базова подія 9 «проф. рівень» для події 10 – це проведення правильного включення стенда працівником.

5.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій або травм залежно від досліджуваного явища [10, 14].

Для оцінки рівня небезпеки установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в закордонній інженерній практиці [10, 14].

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо приймемо, що такий рівень контролю становить 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то ймовірність дорівнює 0.

Для базових подій 1; 4; 8 «стан контролю» ймовірність приймаємо 0,3, для базових подій 2; 5; 9 «професійний рівень» ймовірність приймаємо 0,5.

На цьому можна вважати, що дана модель (рис. 5.1.) підготовлена до математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули.

Для проведення обчислень ймовірності травми використовуємо логіко- імітаційну модель процесу її формування.

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, на робочому місці під час роботи установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів при наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,5 травми. Звичайно це значення заокруглюємо до цілого числа так як кожна травма це є одне ціле і відповідно отримаємо 10 травм з базових подій охорони праці на 100 робочих місць.

На даному робочому місці можуть бути й інші недоліки, які призведуть до травми з інших причин. Але складовими причинами іншої

травми також можуть бути такі недоліки, як неефективний контроль чи низький професійний рівень знань працюючих. Тоді треба побудувати значно складнішу модель і відповідно при обчисленні цієї моделі з врахуванням всіх факторів отримаємо результат.

5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для запобігання виникненню пожеж кожен працівник зобов'язаний суворо дотримуватись встановлених правил щодо їх попередження як у побуті, так і на підприємствах та в інших місцях [10, 14, 17].

На об'єктах народного господарства, з урахуванням виробничих умов, встановлюється протипожежний режим і розробляються інструкції як для всього об'єкта, так і для окремих цехів, ділянок, бригад. Ефективним засобом гасіння загорянь є вогнегасник. Потрібно знати, що для гасіння вогню не завжди можна користуватися водою. Не можна направляти водяний струмінь на електропровід, що горить, або на електрообладнання, бо людину може вразити струм, оскільки вода є провідником.

У задимлене приміщення слід заходити обов'язково удвох, йти, тримаючись за стіни, щоб не втратити орієнтир. Працювати в ізольованих або фільтрувальних протигазах, але з гопкалітовим патроном. Двері в палаюче приміщення відкривати обережно і користуватися ними як прикриттям. Людей із задимленого, палаючого приміщення вивести назовні, попередньо накинувши їм на голову вологу тканину або одяг.

В разі виникнення виробничої аварії начальник цивільної оборони об'єкта терміново організовує оповіщення керівництва і всіх працівників підприємства про небезпеку. Якщо трапилося витікання СДОР, то оповіщується також населення, яке мешкає поблизу об'єкта і в напрямі об'єкта і в напрямі можливого поширення отруйних газів. Населення повинно

слухати повідомлення штабу ЦО і діяти за його вказівкою. Організовується розвідка, яка встановлює місце аварії, вид СДОР, ступінь зараження

території та повітря, стан людей у зоні зараження, кордони зон забруднення, напрям і швидкість вітру в приземному шарі, напрям поширення зараженого повітря. Уражених після надання їм допомоги доставляють у незаражений район, а в разі необхідності — до лікувального закладу.

Дії населення при радіоактивному забрудненні місцевості. Радіоактивне зараженою може виявитися місцевість не тільки після ядерного вибуху, а й внаслідок аварії на атомній електростанції, на інших об'єктах, що виробляють або використовують розщеплені матеріали. Характерна особливість радіоактивного зараження місцевості після ядерного вибуху — швидкий спад рівнів радіації через безперервний розпад радіоактивних речовин. Так, через 7 годин після вибуху рівень радіації на місцевості зменшується у 10 разів, через добу — приблизно у 40 разів, через 49 годин — у 100 разів. У тих населених пунктах і районах, де виявлено радіоактивне зараження, усі мешканці повинні надягнути респіратори, протипилові тканинні маски, ватно-марлеві пов'язки або протигази, взяти документи, запас їжі і води, медикаменти, предмети першої необхідності й піти до захисної споруди. Виведення населення у безпечні місця проводиться організовано, з урахуванням обстановки. Із службових приміщень і житлових будинків треба виходити швидко, не заважаючи іншим.

Дії населення під час землетрусу. Якщо сильні підземні поштовхи застали вас на вулиці, слід якнайдалі відійти від будинків. Не можна залишатися поблизу об'єктів, що мають легкозаймисті і сильнодіючі отруйні речовини, на мостах і шляхопроводах. Не можна триматися за високі стовпи і паркани, ховатись на нижніх поверхах і в підвальних приміщеннях будинків. Усі транспортні засоби зупиняються, пасажирів залишають їх і відходять на безпечну відстань. Особливу організованість слід проявити, виходячи з вокзалів, театрів, магазинів [10, 14, 17].

Висновки до розділу 5

1. Результати структурного аналізу можливих ситуацій, що можуть призвести до травм, дозволяють оцінити небезпеку операцій, рівень їх загрози, можливість уникнення та передбачення травмонезбезпечних обставин. У разі їх виникнення важливо намагатися запобігти їх повторенню. Такий аналіз також сприяє розробці комплексів індивідуального захисту для працівників.

2. Розробка логіко-імітаційних моделей травм на виробництві дозволяє створювати матриці виникнення небезпечних ситуацій, які допомагають визначити рівень небезпеки виробничих процесів (операцій) для життя та здоров'я працівників.

3. Виконання процесу моделювання виникнення травм та аварій дозволяє детально відтворювати процеси формування небезпечних ситуацій та їх наслідків. Це спрямовано на збереження життя та здоров'я працівників.

4. Охорона життя та здоров'я працівників є основним пріоритетом в сфері охорони праці. Знання правильних дій працівників у випадку небезпечних ситуацій на підприємстві є критично важливим аспектом.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ

Визначення собівартості впровадження у технологічний процес ремонту генератора пневматичного інструменту.

Витрати на впровадження пневматичного інструменту знаходять за формулою [9, 18]

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

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

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

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

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

C_H – порушення на заробітну плату, грн.

Основну заробітну плату розраховують, виходячи з норм часу, розрядів робіт і тарифних ставок, за формулою [9, 18].

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

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 – 122,45 грн/год; трудомісткість виготовлення пристрою – 8 люд·год.

Тоді на підставі формули (6.3) одержимо:

$$C_{OЗР} = 122,45 \cdot 8 = 979,59 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗР} = 0,065 \cdot 979,59 = 63,67 \text{ грн.}$$

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

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗР} + C_{ДЗП}) = 0,044 (979,59 + 63,67) = 45,90 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата виробничих працівників буде становити

$$C_{ЗПН} = 979,59 + 63,67 + 45,90 = 1089,17 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт складає $T_{кон} = 4$ люд·год., а середня годинна заробітна плата конструкторів і технологів $З_{ce} = 122,45$ грн. отримаємо.

$$C_{OЗК} = 4 \cdot 122,45 = 489,80 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{ДЗП} = (0,05 \dots 0,08) \cdot C_{OЗК} = 0,065 \cdot 489,80 = 31,84 \text{ грн.}$$

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

$$C_{ВЗП} = 0,044 \cdot (C_{OЗК} + C_{ДЗП}) = 0,044 \cdot (489,80 + 31,84) = 22,95 \text{ грн.}$$

Отже, заробітна плата інженерно-технічного персоналу буде становити

$$C_{зпн} = 489,80 + 31,84 + 22,95 = 544,58 \text{ грн.}$$

Визначення вартості основних і допоміжних матеріалів, які використовуються для виготовлення пристрою визначається за виразом [9, 18]:

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

де C_m – ціна матеріалу (для сталі $C_m = 53$ грн./кг., для фарби $C_m = 110$ грн./кг.),

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

M_m – маса матеріалу (для сталі $M_m = 8$ кг, для фарби $M_m = 1,2$ кг).

За формулою (6.4) отримаємо

$$C_m = (8 \cdot 53 + 1,2 \cdot 110) \cdot 1,1 = 611,60 \text{ грн.}$$

Тоді прямі витрати

$$З_{пр} = C_{зпн} + C_m = 1089,17 + 544,58 + 611,60 = 2245,35 \text{ грн.} \quad (6.5)$$

До виробів, що слід закупити, відносять в основному кріпильні різьбові елементи, а саме: болти М8 кількістю 7 од; гвинти М10 кількістю 2 од; гайки М32 кількістю 3 од; шпилька М32 довжиною 170 мм кількістю 1 од; пневмоарматура та пневматичний гайковерт кількістю 1 од та загальною вартістю 7900 грн;

Таким чином, маємо $C_{B,A} = 7900$ грн.

Приймаємо відсоток накладних витрат $\%HP = 50\%$ [9, 18]

Тому за формулою (6.1) отримаємо

$$C_B = 1089,17 + 544,58 + 611,6 + 7900 + \frac{50 \cdot 2245,35}{100} = 11268,03 \text{ грн.}$$

Визначення балансової вартості пристрою здійснюється за виразом:

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

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

За формулою (6.6) отримаємо

$$B_B = 1,2 \cdot 11268,03 = 13521,64 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту від застосування пристрою під час ремонту генераторів.

Річний економічний ефект від впровадження пристрою у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля на 27,3 хв. $\approx 0,46$ 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, $\Delta T = 0,46$ люд.·год;

C_{IV} – годинна тарифна ставка робітника четвертого розряду,

$C_{IV} = 122,45$ грн;

W_p – річна програма технічного обслуговування, $W_p = 300$ од.

За формулою (6.7) отримаємо

$$E_p = 0,45 \cdot 122,45 \cdot 300 = 16897,96 \text{ грн.}$$

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

$$T_{ок} = \frac{13521,64}{16897,96} = 0,8 \text{ року.}$$

Висновки до розділу 6

Річний економічний ефект від впровадження пристрою у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля на 27,3 хв. $\approx 0,46$ год. Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,8 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Здійснений нами аналіз виробничої діяльності ТОВ "АС+Львів" засвідчив, що основними видами діяльності його є надання послуг технічного сервісу, а саме: з діагностики, ремонту та обслуговування автомобілів (зазвичай легкових), комерційного та малотоннажного транспорту (категорії N1).

2. Послідовність та зміст операцій ТО визначається потребами виконання тих або інших робіт, залежно від технічного стану автомобіля, його марки, умов та режимів експлуатації. Однак, з метою спрощення нормувань, спеціалізовані проектні організації розробили типові технологічні процеси, які легше і дешевше прив'язати до конкретних умов експлуатації АТЗ та ВТБ. Розроблення (прив'язка) і дотримання вимог технологічних процесів ТО і ПР є гарантією оптимізації матеріально-технічних засобів, трудозатрат грошових коштів, безпеки праці, якості робіт.

3. Режим роботи та інтенсивність зміни показників технічного стану автотранспортних засобів (АТЗ) суттєво впливають на якість експлуатаційних матеріалів, таких як оливи, мастила, палива, рідини, а також на якість використовуваних запасних частин. Кваліфікація персоналу та інші фактори також відіграють важливу роль.

4. Модель конструкції об'єкта ремонту дає змогу проаналізувати її особливості за такими показниками: а) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на складальні одиниці, деталі; б) кількість рівнів, якщо ОР розчленувати на деталі; в) кількість складальних одиниць; г) кількість деталей; д) кількість видів кріпильних з'єднань (різьове, шпонкове, шлицьове тощо); е) кількість точок кріплення однакового типу; є) кількість робітників, які можуть розчленувати ОР одночасно.

5. Технологічний процес ремонту (ТПР) є скінченною множиною взаємопов'язаних елементарних технологічних операцій (ЕТО) певної тривалості, які виконують один або декілька виконавців за допомогою визначеної технології.

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 ремонту генератора ($T_{заг}$) узгоджуються із із теоретичним законом Вейбулла.

7. Статистичні характеристики розподілу тривалості виконання технологічної операції розбирання у наступні: математичне сподівання – 19,75 хв; середньоквадратичне відхилення – 8,714 хв; коефіцієнт варіації – 0,553 (вибірку було зроблено для 40 подій); відповідно для складання генераторів математичне сподівання – 56,036 хв; середньоквадратичне відхилення – 26,964 хв; коефіцієнт варіації – 0,641 (вибірку було зроблено для 40 подій); відповідно для загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу ремонту генераторів: математичне сподівання – 4,2 люд·год; середньоквадратичне відхилення – 1,765 люд·год; коефіцієнт варіації – 0,617 (вибірку було зроблено для 40 подій).

8. Аналізуючи результати спостережень можна зробити висновок проте те, що впровадження пневматичного інструменту уможливило скоротити технологічний процес розбирання на 59% (11,6 хв), а технологічний процес складання на 28,1% (15,76 хв). Що в загальному дало змогу зменшити трудомісткість технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля в умовах ТОВ "АС+Львів" до 3,74 люд·год, що на 10,95% менше в порівнянні із дослідженням.

9. Річний економічний ефект від впровадження пристрою у виробництво буде досягнуто за рахунок зменшення трудомісткості технологічного процесу ремонту генератора легкового автомобіля на 27,3 хв. \approx 0,46 год. Економічні розрахунки показують, що термін окупності капітальних вкладень становить 0,8 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. Наказ про затвердження «Настанови з технічної служби автомобілів»: затв. наказом Міністерства транспорту України від 23.10.1997р. Додаток до наказу № 717
12. 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.

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

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

15. 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.

16. Ремонт машин. Методичні поради до курсового і дипломного проектування: у 2-х частинах/ За аг. Ред.. академіка О.Д. Семковича. – Частина 1 та 2. Львів : Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 179 с.

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

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

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

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

21. 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.

22. 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.

23. 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.

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

25. Renault Kangoo II Express Z.E. 22 kWh (60 Hp) technical specifications and fuel economy. URL: <https://www.autodata1.com/en/car/-renault/kangoo/kangoo-ii-express-ze-22-kwh-60-hp> (дата звернення: 18.10.2023).

26. Renault Kangoo II (facelift 2013) 1.5 Energy dCi (75 Hp) 2015, 2016, 2017, 2018 Specs. URL: https://renault-kangoo.info-car.ua/mod_12072_kangoo_id2848.html (дата звернення: 18.10.2023).

27. Mercedes Sprinter Furgon (W906) 2.2 CDI. URL: https://mercedes-sprinter.infocar.ua/mod_5652_sprinter-furgon_id1477.html (дата звернення: 18.10.2023).

28. Volkswagen Crafter 2.5 TDI MT L1 35swb 2006-2011. URL: http://www.drivernotes.net/tehnicheskie_harakteristiki/volkswagen/crafter/2.5_TDI_MT_L1_35s (дата звернення: 18.10.2023).

ДОДАТКИ

Додаток А.

Таблиця А.1 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу трудомісткості виконання технологічної операції розбирання генератора у ТОВ "АС+Львів"

| № | Униз | Уверх | У _і | М(і) | Р _і | У _і *Р _і | (У _і -У _с) ² *Р _і | f(y) | Теоретична частість |
|---|------|-------|----------------|------|----------------|--------------------------------|--|----------|---------------------|
| 1 | 4,0 | 10,0 | 7,0 | 5 | 0,125 | 0,875 | 20,320 | 0,021840 | 0,131 |
| 2 | 10,0 | 16,0 | 13,0 | 11 | 0,275 | 3,575 | 12,530 | 0,044092 | 0,265 |
| 3 | 16,0 | 22,0 | 19,0 | 9 | 0,225 | 4,275 | 0,127 | 0,043730 | 0,262 |
| 4 | 22,0 | 28,0 | 25,0 | 7 | 0,175 | 4,375 | 4,823 | 0,030892 | 0,185 |
| 5 | 28,0 | 34,0 | 31,0 | 5 | 0,125 | 3,875 | 15,820 | 0,016934 | 0,102 |
| 6 | 34,0 | 40,0 | 37,0 | 3 | 0,075 | 2,775 | 22,317 | 0,007467 | 0,045 |
| | | | | 40 | 1 | 19,750 | 75,938 | | 0,990 |

Закон розподілу - *Вейбулла*

| | | | | | |
|--------------------------|----------------|--------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Математичне сподівання | У _с | 19,750 | Число ступенів вільності | <i>r</i> | 2 |
| Дисперсія | <i>D</i> | 75,938 | Рівень значимості | <i>α</i> | 0,100 |
| Серед.-квадр. відхилення | <i>σ</i> | 8,714 | Хі-квадрат розрахункове | <i>X</i> ² | 1,294 |
| Коефіцієнт варіації | <i>v</i> | 0,553 | Хі-квадрат табличное | <i>(X*)</i> ² | 4,605 |
| | | | | | |
| Параметр мірила | <i>a</i> | 17,737 | Коефіцієнт | <i>Kb</i> | 0,888 |
| Параметр форми | <i>b</i> | 1,863 | Коефіцієнт | <i>Cb</i> | 0,491 |
| | | | Коефіцієнт | <i>b/a</i> | 0,105 |

Таблиця А2. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу трудомісткості виконання технологічної операції складання генератора у ТОВ "АС+Львів"

| № | Униз | Уверх | У _і | М(і) | Р _і | У _і *Р _і | (У _і -У _с) ² *Р _і | f(y) | Теоретична частість |
|---|-------|-------|----------------|------|----------------|--------------------------------|--|----------|---------------------|
| 1 | 14,0 | 29,7 | 21,9 | 7 | 0,175 | 3,825 | 204,431 | 0,011236 | 0,177 |
| 2 | 29,7 | 45,4 | 37,6 | 10 | 0,250 | 9,393 | 85,232 | 0,016159 | 0,254 |
| 3 | 45,4 | 61,1 | 53,3 | 8 | 0,200 | 10,657 | 1,513 | 0,014311 | 0,225 |
| 4 | 61,1 | 76,9 | 69,0 | 6 | 0,150 | 10,350 | 25,211 | 0,010227 | 0,161 |
| 5 | 76,9 | 92,6 | 84,7 | 4 | 0,100 | 8,471 | 82,246 | 0,006307 | 0,099 |
| 6 | 92,6 | 108,3 | 100,4 | 3 | 0,075 | 7,532 | 147,804 | 0,003459 | 0,054 |
| 7 | 108,3 | 124,0 | 116,1 | 2 | 0,050 | 5,807 | 180,643 | 0,001716 | 0,027 |
| | | | | 40 | 1 | 56,036 | 727,080 | | 0,997 |

Закон розподілу - *Вейбулла*

| | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Математичне сподівання | <i>У_с</i> | 56,036 | Число ступенів вільності | <i>r</i> | 3 |
| Дисперсія | <i>D</i> | 727,080 | Рівень значимості | <i>α</i> | 0,100 |
| Серед.-квадр. відхилення | <i>σ</i> | 26,964 | Хі-квадрат розрахункове | <i>Х²</i> | 1,242 |
| Коефіцієнт варіації | <i>v</i> | 0,641 | Хі-квадрат табличное | <i>(Х*)²</i> | 6,251 |
| | | | | | |
| Параметр мірила | <i>a</i> | 46,858 | Коефіцієнт | <i>Kb</i> | 0,897 |
| Параметр форми | <i>b</i> | 1,584 | Коефіцієнт | <i>Cb</i> | 0,575 |
| | | | Коефіцієнт | <i>b/a</i> | 0,034 |

Таблиця А3. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу загальної трудомісткості на виконання технологічного процесу ремонту генератора у ТОВ "АС+Львів"

| № | Униз | Уверх | Yi | M(i) | Pi | Yi*Pi | (Yi-Yc)^2*Pi | f(y) | Теоретична частіть |
|---|------|-------|-----|------|-------|-------|--------------|----------|--------------------|
| 1 | 1,4 | 2,4 | 1,9 | 6 | 0,150 | 0,281 | 0,819 | 0,151024 | 0,159 |
| 2 | 2,4 | 3,5 | 2,9 | 10 | 0,250 | 0,731 | 0,414 | 0,238407 | 0,250 |
| 3 | 3,5 | 4,5 | 4,0 | 9 | 0,225 | 0,894 | 0,013 | 0,220571 | 0,232 |
| 4 | 4,5 | 5,6 | 5,0 | 6 | 0,150 | 0,754 | 0,099 | 0,160759 | 0,169 |
| 5 | 5,6 | 6,6 | 6,1 | 4 | 0,100 | 0,608 | 0,347 | 0,099221 | 0,104 |
| 6 | 6,6 | 7,7 | 7,1 | 3 | 0,075 | 0,534 | 0,637 | 0,053541 | 0,056 |
| 7 | 7,7 | 8,7 | 8,2 | 2 | 0,050 | 0,409 | 0,786 | 0,025719 | 0,027 |
| | | | | 40 | 1 | 4,211 | 3,114 | | 0,997 |

Закон розподілу - *Вейбулла*

| | | | | | |
|--------------------------|----------|-------|--------------------------|-----------|-------|
| Математичне сподівання | Yc | 4,211 | Число ступенів вільності | r | 3 |
| Дисперсія | D | 3,114 | Рівень значимості | α | 0,100 |
| Серед.-квадр. відхилення | σ | 1,765 | Хі-квадрат розрахункове | X^2 | 1,151 |
| Коефіцієнт варіації | v | 0,617 | Хі-квадрат табличнее | $(X^*)^2$ | 6,251 |
| | | | | | |
| Параметр мірила | a | 3,201 | Коефіцієнт | Kb | 0,894 |
| Параметр форми | b | 1,652 | Коефіцієнт | Cb | 0,551 |
| | | | Коефіцієнт | b/a | 0,516 |

Таблиця А4. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу трудомісткості виконання технологічної операції розбирання генератора з використанням пневмоінструменту у ТОВ "АС+Львів"

| № | Униз | Уверх | Уі | М(і) | Рі | Уі*Рі | (Уі-Ус) ² *Рі | f(y) | Теоретична частість |
|---|------|-------|------|------|-------|-------|--------------------------|----------|---------------------|
| 1 | 4,0 | 5,3 | 4,7 | 2 | 0,043 | 0,203 | 0,526 | 0,026544 | 0,035 |
| 2 | 5,3 | 6,7 | 6,0 | 7 | 0,152 | 0,913 | 0,700 | 0,104149 | 0,139 |
| 3 | 6,7 | 8,0 | 7,3 | 12 | 0,261 | 1,913 | 0,172 | 0,213701 | 0,285 |
| 4 | 8,0 | 9,3 | 8,7 | 14 | 0,304 | 2,638 | 0,083 | 0,229303 | 0,306 |
| 5 | 9,3 | 10,7 | 10,0 | 8 | 0,174 | 1,739 | 0,598 | 0,128667 | 0,172 |
| 6 | 10,7 | 12,0 | 11,3 | 3 | 0,065 | 0,739 | 0,663 | 0,037755 | 0,050 |
| | | | | 46 | 1 | 4,211 | 3,114 | | 0,997 |

Закон розподілу - *Нормальний*

| | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Математичне сподівання | <i>Ус</i> | 8,145 | Число ступенів вільності | <i>r</i> | 3 |
| Дисперсія | <i>D</i> | 2,742 | Рівень значимості | <i>α</i> | 0,100 |
| Серед.-квадр. відхилення | <i>σ</i> | 1,656 | Хі-квадрат розрахункове | <i>Х²</i> | 0,441 |
| Коефіцієнт варіації | <i>v</i> | 0,400 | Хі-квадрат табличнее | <i>(Х*)²</i> | 6,251 |
| | | | | | |
| Параметр мірила | <i>a</i> | 4,663 | Коефіцієнт | <i>Kb</i> | 0,889 |
| Параметр форми | <i>b</i> | 2,724 | Коефіцієнт | <i>Cb</i> | 0,355 |
| | | | Коефіцієнт | <i>b/a</i> | 0,584 |

Таблиця А5. Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу трудомісткості виконання технологічної операції складання генератора з використанням пневмоінструменту у ТОВ "АС+Львів"

| № | Униз | Уверх | У _i | М(i) | P _i | У _i *P _i | (У _i -У _c) ² *P _i | f(y) | Теоретична частість |
|---|------|-------|----------------|------|----------------|--------------------------------|--|----------|---------------------|
| 1 | 13,5 | 24,0 | 18,8 | 6 | 0,150 | 2,813 | 69,499 | 0,015526 | 0,163 |
| 2 | 24,0 | 34,5 | 29,3 | 11 | 0,275 | 8,044 | 33,426 | 0,025877 | 0,272 |
| 3 | 34,5 | 45,0 | 39,8 | 9 | 0,225 | 8,944 | 0,062 | 0,023506 | 0,247 |
| 4 | 45,0 | 55,5 | 50,3 | 7 | 0,175 | 8,794 | 17,413 | 0,016086 | 0,169 |
| 5 | 55,5 | 66,0 | 60,8 | 4 | 0,100 | 6,075 | 41,923 | 0,008972 | 0,094 |
| 6 | 66,0 | 76,5 | 71,3 | 2 | 0,050 | 3,563 | 47,973 | 0,004222 | 0,044 |
| 7 | 76,5 | 87,0 | 81,8 | 1 | 0,025 | 2,044 | 43,004 | 0,001710 | 0,018 |
| | | | | 40 | 1 | 40,275 | 253,299 | | 1,007 |

Закон розподілу - *Вейбулла*

| | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Математичне сподівання | <i>У_c</i> | 40,275 | Число ступенів вільності | <i>r</i> | 3 |
| Дисперсія | <i>D</i> | 253,299 | Рівень значимості | <i>α</i> | 0,100 |
| Серед.-квадр. відхилення | <i>σ</i> | 15,915 | Хі-квадрат розрахункове | <i>Х²</i> | 0,283 |
| Коефіцієнт варіації | <i>v</i> | 0,594 | Хі-квадрат табличное | <i>(Х*)²</i> | 6,251 |
| | | | | | |
| Параметр мірила | <i>a</i> | 30,037 | Коефіцієнт | <i>Kb</i> | 0,892 |
| Параметр форми | <i>b</i> | 1,720 | Коефіцієнт | <i>Cb</i> | 0,530 |
| | | | Коефіцієнт | <i>b/a</i> | 0,057 |