

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення розподільного валу 236-1002021, з дослідженням технічного стану автомобілів залежно від умов експлуатації.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Столярчук М.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Рогатинський Р.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

В.о. зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Столярчуку Миколі Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення розподільного валу 236-1002021, з дослідженням технічного стану автомобілів залежно від умов експлуатації.

Керівник роботи Рогатинський Р.М., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий ТП відновлення розподільного валу 236-1002021.

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

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

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Технологічна карта дефектації – 1А1.

Технологічна карта відновлення – 1А1.

Пристосування для розточування гальмівної стрічки – 1А1.

Оправка – 1А1.

Результати наукових досліджень – 3А1.

Технологічне планування дільниці – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 11.11.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2022	
2	Технологічний розділ	21.11.2022	
3	Конструкторський розділ	25.11.2022	
4	Науково-дослідний розділ	02.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2022	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2022	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	23.12.2022	

Студент

(підпис)

Столярчук М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Рогатинський Р.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення розподільного валу 236-1002021, з дослідженням технічного стану автомобілів залежно від умов експлуатації.».

Проаналізовано способи відновлення деталі та вибрано з них оптимальний: автоматичне наплавлення в середовищі вуглекислого газу. Розроблено структурну послідовність виконання процесу відновлення вала та розраховано режими операцій.

Запропоновано пристосування для розточування гальмівної стрічки тракторів, наявність даного пристосування дозволить проводити розточування гальмівних стрічок і понизити собівартість ремонту тракторів.

У умовах постійної експлуатації важливіше не зниження собівартості використання автомобілів, а їх безперебійна робота, так як втрати, пов'язані з простоями основного виробництва через відсутність автомобільної техніки, незрівнянно вище. Ефективність роботи автомобільного транспорту в значній мірі залежить від підсистем технічної експлуатації

Ключові слова: експлуатація, діагностика, дослідження, проект, технічне обслуговування.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Конструктивно-технологічна характеристика відновлюваного валу.....	8
1.2 Дефекти деталі, причини виникнення дефектів і способи їх виявлення, вибір контрольних-вимірних засобів для дефектації.....	9
1.3 Усунення забруднень і підготовка деталі до відновлення.....	10
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1 Розробка технологічного маршруту.....	12
2.2 Розрахунок припусків.....	13
2.3 Способи відновлення деталі. Обґрунтування і вибір способу відновлення.....	13
2.4 Розрахунок режимів операцій.....	14
2.5 Визначення собівартості відновлення валу.....	19
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	25
3.1 Опис пристосування і принцип роботи.....	25
3.2 Розробка принципової схеми, опис та порядок роботи станда.....	26
3.3 Основні розрахунки вузлів модернізованого станда.....	27
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	38
4.1 Теоретичні дослідження.....	38
4.2 Методика збору даних про сезонні фактори.....	44
4.3 Методика збору даних про відмови автомобілів і їх елементів.....	45
4.4 Методика обробки результатів експериментальних досліджень.....	46
4.5 Результати експериментальних досліджень.....	49
4.6 Практичне використання результатів досліджень.....	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
5.1 Розрахунок контурного заземлення.....	56
5.2 Безпека при роботі на проектованій установці.....	57

	6
5.3 Аналіз стихійних сил природи.....	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	65
БІБЛІОГРАФІЯ.....	66
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Тимчасові труднощі економічного характеру що склалася в різних сферах промисловості України вимагають нових підходів до їх усунення. Розвиток різних форм власності, ринкова економіка вимагає нових підходів до інженерного забезпечення виробництва, у тому числі і до ремонтно-обслуговуючих підприємств.

В нових умови господарювання необхідно збільшувати темпи технічного переозброєння підприємств. У зв'язку з цим важливе значення має підвищення якості і надійності машин, рівня їх технічного обслуговування і ремонту, що випускаються, включаючи організацію і проектування ремонтно-обслуговуючого виробництва.

Проте ремонтні майстерні яких протягом останніх десятиріч фактично не поповнювалися і не обновлялися верстатним і ремонтно-технологічним устаткуванням, не можуть повною мірою виконувати покладені на них функції по технічному обслуговуванню, зберіганню і нескладному ремонту техніки.

Все це свідчить про необхідність реорганізації і технічного переозброєння ремонтно-транспортних підприємств, розробки нових підходів до механізації і автоматизації виробничих процесів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Конструктивно-технологічна характеристика відновлюваного валу

Таблиця 1.1 – Конструктивно-технологічна характеристика відновлюваного розподільного валу 236-1002021

№ п.п.	Параметри, характеристики відновлюваної деталі	Значення параметрів
1.	Найменування деталі і номер по каталогу	Розподільний вал 236-1002021
2.	Матеріал	Сталь 45 ГОСТ 1050
3.	Маса, кг	4,2
4.	Дефекти деталі: дефект № 1 дефект № 2	знос передньої шийки під посадочні місця ш 55 мм вигин валу
5.	Характеристика відновлюваної поверхні - твердість - точність форми і розмірів - шорсткість поверхні	передня шийка під посадочні місця ш 55 мм HRC 52 Всі посадочні місця мають точність H8/h8 Невказані граничні відхилення $\pm \frac{IT14}{2}$ 1,25
6.	Дефекти при яких деталь не приймається на відновлення	Тріщини, скрученість валу, глибокі зколи
7.	Заводські настановні бази при механічній обробці	Центрові отвори

1.2 Дефекти деталі, причини виникнення дефектів і способи їх виявлення, вибір контрольно-вимірювальних засобів для дефектації

Вал являє собою тіло обертання, ступінчастої форми.

Передній кінець вала має гладку циліндричну поверхню з виконаним на ній шпонковим пазом і радіальним циліндричним отвором. На дану поверхню встановлюють вилку кардана. Шпонка і штифт обмежують переміщення вилки по поверхні.

Поверхня призначена для встановлення підшипника кочення та повстяного ущільнювального кільця.

Середня ступінь вала не являється посадковою поверхнею і має найбільший діаметр.

До даної поверхні прилягає гладка циліндрична поверхня, призначена р установки зірочки. На цій поверхні виконано паз під призматичну шпонку. Шпонка обмежує переміщення зірочки на валі.

Поверхня призначена для встановлення підшипника кочення і повстяного ущільнювального кільця.

Остання поверхня вала має прямобічні шліци. На дану поверхню встановлюється шліцьова муфта.

Для зняття напруження при переході від однієї ступені до іншої виконані елі. Всі поверхні вала мають фаски для полегшення збирання спряжень.

Умови роботи, причини зношування поверхонь деталі та їх вплив на технічний стан вузла.

Вал приводу передає крутний момент від вала відбору потужності трактора вузлів і агрегатів, тому він сприймає кручення і згин.

Поверхні під підшипники кочення і зірочку підлягають процесу зминання, при зминанні спочатку змінюються розміри деталі, але її маса зберігається. В подальшому від деформованих ділянок поверхні відриваються окремі частинки метала і відбувається не лише зменшення геометричних розмірів поверхні, але і зменшення її маси.

Шліцьові поверхні, як і поверхні шпонкових пазів, працюють на зминання. Стан конструктивних елементів вала суттєво впливає на технічний стан вузла в цілому.

Знос поверхонь під підшипники кочення призводить до порушення розміщення вала відносно інших деталей, що входять в кінематичну схему агрегату. Поява перекосів погіршує умови роботи вузла, збільшується тертя між боковими поверхнями зубців зірочки і планками ланцюга, що призводить до їх швидкого зносу і виходу із ладу.

Поява зазору між поверхнею вала і внутрішнім кільцем підшипника призводить до виникнення підвищеної вібрації при роботі вузла, що сприяє збільшенню зносів робочих поверхонь. Можлива поява тріщин в місцях кріплення корпусів підшипників, подальший розвиток цих тріщин може призвести до виходу із ладу опорних планок і приводу в цілому.

Дефектами даної відновлюваної деталі є: знос під посадочні місця, згин валу.

В більшості випадків причиною даних дефектів буде неправильна експлуатація валу, тобто його перевантаження і невчасний огляд, а також природний механічний знос.

Для виявлення дефектів використовуємо інструментальний метод, оскільки цей метод дозволяє більш точно визначити знос деталі.

Вибір устаткування і контрольно-вимірювальних приладів проводиться з урахуванням номінального розміру і допуску на його обробку.

Для перевірки валу на згин можна використовувати призми і штатив з індикатором годинного типу.

Для перевірки зносу шийок під посадочні місця використовуємо мікрометр МК 50-75, що цілком задовольняє діаметру шийок.

1.3 Усунення забруднень і підготовка деталі до відновлення

Для забезпечення міцного зчеплення основного матеріалу деталі з покриттям на її поверхні не повинно бути оксидів, вологи, масла, бруду. Крім

того, поверхня повинна бути шорсткою. Обезжирюємо і миємо деталі в мийній машині лужним розчином.

Деталі з одностороннім зносом заздалегідь обробляють на верстаті, щоб надати їм правильну геометричну форму і отримати при остаточній обробці рівномірну товщину наплавленого шару.

Шорсткість на поверхні шийок валу створюємо обробкою піском.

Після підготовки валу слідує на пізнє ніж через 2 години піддати її металізації, щоб не допустити конденсації вологи, окислення і забруднення поверхні.

Щоб уникнути конденсації вологи на поверхні деталі температура її повинна бути більше або рівна температурі навколишнього повітря в наплавлювальному відділенні.

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

З цією метою в даному дипломному проекті представлена організація ремонту машинно-тракторного парку і упровадження пристосування для розточування гальмівних стрічок тракторів. Дані заходи дозволять понизити собівартість ремонту тракторів.

Фрикційні накладки на провідному валу коробки передач зношуються швидше, оскільки трактори практично не мають простоїв в роботі. За відсутності пристосування для збірки фрикційних муфт провідного валу коробки передач трактора, збірку муфт доводиться виконувати в спеціалізованих ремонтних майстернях більш високого розряду або в майстернях інших підприємств, що збільшує собівартість ремонту, час простою тракторів негативно позначається на виконанні необхідних робіт.

Використовування пристосування для збірки фрикційних муфт провідного валу коробки передач, а також правильна організація праці дозволить понизити собівартість ремонту тракторів і зменшить час простоїв.

провести дослідження технічного стану автомобілів залежно від умов експлуатації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного маршруту

Технологічний маршрут відновлення:

05 Дефектувальна

10 Слюсарна

15 Шліфувальна

25 Наплавлювальна

30 Шліфування

35 Контрольна

Операція 05 – Дефектувальна

Установ А – Встановити розподільний вал на призми

Зміряти подвійну стрілу прогину

Продефектувати шийки розподільного валу

Операція 10 – Слюсарна

Установ Б - Встановити вал на гідравлічний прес

Правити вал

Операція 15 – Шліфувальна

Установ В - Встановити вал в центр шліфувального верстата

Шліфувати шийки

Операція 20 – Слюсарна

Установ Г - Закріпити вал в лещатах

Обробка піскоструйкою

Операція 25 – Наплавлювальна

Установ Д - Встановити розподільний вал в центри верстата

Наплавити шийки валу

Операція 30 – Шліфування

Установ Е - Встановити вал в центрах круглошліфувального верстата

Шліфувати шийки валу

Змінити шліфувальний круг

Шліфувати шийки валу

Операція 35 – Контрольна

Установ 3 - Встановити вал на призми

Перевірити подвійну стрілу прогинання

Перевірити шийки розподільного валу

2.2 Розрахунок припусків

В даному проекті розраховуємо загальний припуск і операційний припуски. Розраховуємо припуск на одну сторону. Схема розрахунків припусків представлена на рис. 2.1.

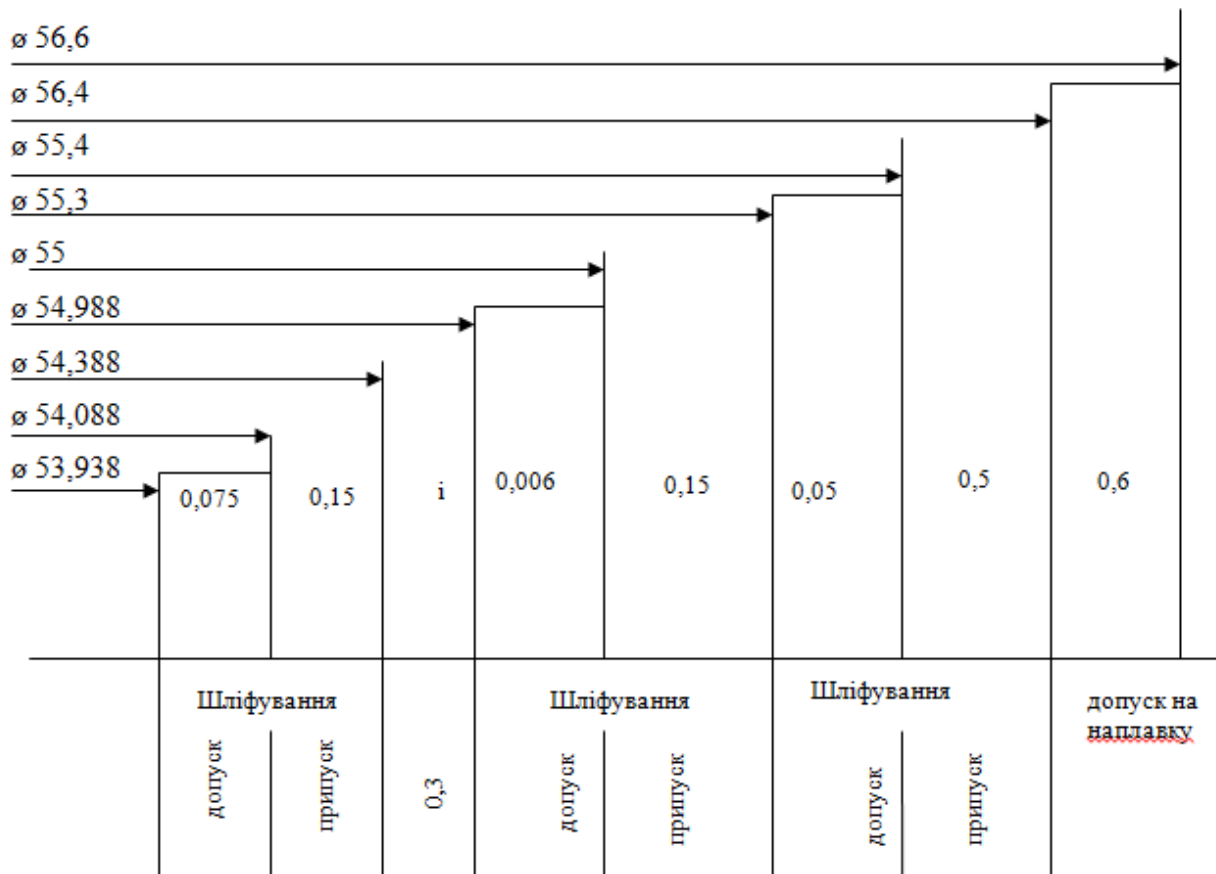


Рис. 2.1 – Розрахунок припусків передньої шийки

2.3 Способи відновлення деталі. Обґрунтування і вибір способу відновлення

При виборі способів відновлення деталей рекомендується методика, запропонована д.т.н. М.А. Масино, в основу якої покладені критерії, що

розглядалися професором В.А. Шардічевим. Суть рекомендованої методики полягає в наступному. Розглядають різні потенційно можливі способи відновлення, що відповідають критерію застосовності ($K_T=1$), і вибираємо ті, які забезпечують необхідний ресурс відновлюваних деталей, тобто відповідають необхідному значенню коефіцієнта довговічності ($K_d>0,85$). Із способів, що відповідають коефіцієнту застосовності і необхідному значенню коефіцієнта довговічності, вибирають відповідні найбільшим значення коефіцієнта техніко-економічної ефективності $K_{т.еф}$.

Враховуючи, що мінімальний діаметр відновлюваних поверхонь 30 мм, згідно коефіцієнта застосовності підходять наступні способи відновлення: механізоване наплавлення в середовищі захисного газу, вібробутове наплавлення, ручне дугове і газове наплавлення, відновлення електrolітичними покриттями. Згідно коефіцієнта довговічності, вище перераховані способи відновлення також задовольняють. Техніко-економічний коефіцієнт вищий при механізованому наплавленні в середовищі захисного газу, $K_{т.еф} = 0,403$. Тому для відновлення посадочних поверхонь під підшипники кочення і вилку кардана приймаємо механізоване наплавлення в середовищі вуглекислого газу.

При відновленні шпонкових пазів можливі наступні способи: фрезерування шпонкового паза ремонтного розміру, фрезерування шпонкового паза номінального розміру на новому місці і виготовлення ступінчастої шпонки. Найбільш прийнятним вважаємо спосіб фрезерування номінального шпонкового паза на новому місці.

2.4 Розрахунок режимів операцій

Операція шліфувальна

Шийку обробляємо круглим шліфуванням подовжньою подачею в один перехід чорновим шліфуванням.

Поперечна подача $t_{чорн} = 0,027$ мм.

Число проходів:

$$i = \frac{Z_{\text{чорн}}}{t_{\text{чорн}}} = \frac{0,15}{0,027} = 5,55 \quad (2.1)$$

Приймаємо $i = 6$

Подовжня подача:

$$S_{\text{чорн}} = \beta \cdot B_k = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ мм/об}, \quad (2.2)$$

$$v = 0,3; B_k = 30 \text{ мм.} V = 21 \text{ м/хв.}$$

Число оборотів валу:

$$n_{\text{чорн}} = 318 \cdot \frac{V}{d} = 318 \cdot \frac{21}{54,388} = 123 \text{ хв}^{-1} \quad (2.3)$$

По паспорту верстата приймаємо 150 хв^{-1} .

Основний час T_o розраховуємо по проходах:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{\text{чорн}} \cdot S_{\text{чорн}}} \cdot K_3 = \frac{30 \cdot 6}{150 \cdot 9} \cdot 1,5 = 0,2 \text{ хв} \quad (2.4)$$

$$K_3 = 1,5. T_{\partial 1} = 3 \text{ хв.}$$

Пов'язане з першим і подальшими проходами $T_{\partial 2} = 1 \text{ хв.} T_{\partial 3} = 0,04 \text{ хв.}$ (на кожний подальший прохід).

Повний допоміжний час на шліфування:

$$T_{\partial} = T_{\partial 1} + T_{\partial 2} + T_{\partial 3} \cdot (i - 1) = 3 + 1 + 0,04 \cdot 5 = 4,2 \text{ хв} \quad (2.5)$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_o + T_{\partial} = 0,2 + 4,2 = 4,4 \text{ хв} \quad (2.6)$$

Додатковий час:

$$T_{\partial \partial \partial} = 0,09 \cdot T_{on} = 0,09 \cdot 4,4 = 0,4 \text{ хв} \quad (2.7)$$

Підготовчо-заклучний час:

$$T_{n.z.} = 7 \text{ хв}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_o + T_{\partial} + T_{\partial \partial \partial} = 11,8 \text{ хв} \quad (2.8)$$

Операція наплавлювальна

Устаткування: установка для плазмового наплавлення, перетворювач ПСГ-500, круглошліфувальний верстат 3151, балон з аргоном.

Технологічне оснащення: центри, плоскогубці, молоток, щиток УН-3-1, редуктор БКО-50, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

Режими наплавлення:

товщина шару, що наплавляється, – 1-2 мм;

сила струму наплавлення – 100 А;

напруга на дузі – 19В;

швидкість подачі порошку – 150.175 м/год;

швидкість наплавлення – 5 м/хв.

Визначаємо норму часу на операцію по формулі 3.8

$$T_n = T_o + T_\partial + T_{\partial\partial\partial} + \frac{T_{п.з}}{n}$$

Основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.9)$$

$$S = 2 \text{ мм}; i = 2.$$

Число оборотів валу визначаємо по формулі:

$$n = 318 \cdot \frac{V}{d} = 318 \cdot \frac{5}{54,388} = 29 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо 30 хв^{-1} .

По формулі знаходимо основний час:

$$T_o = \frac{30 \cdot 2}{30 \cdot 2} = 1 \text{ хв}$$

Допоміжний час T_∂ складається з часу на установку і зняття деталі $T_{\partial 1}$ і допоміжного часу, пов'язаного з наплавленням $T_{\partial 2}$.

Приймаємо $T_{\partial 1} = 1 \text{ хв}$.

Допоміжний час $T_{\partial 2} = 0,9 \text{ хв}$.

Тоді повний допоміжний час:

$$T_\partial = T_{\partial 1} + T_{\partial 2} = 1 + 0,9 = 1,9 \text{ хв} \quad (2.10)$$

Додатковий час приймаємо в процентному відношенні до оперативного:

$$T_{\partial\partial\partial} = T_{on} \cdot 0,15 = 2,55 \cdot 0,15 = 0,38 \text{ хв} \quad (2.11)$$

Оперативний час визначаємо по формулі 3.6:

$$T_{on} = T_o + T_\partial = 1 + 1,9 = 2,9 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час приймаємо $T_{пз} = 16 \text{ хв}$.

Норма часу на операцію:

$$T_n = T_o + T_\partial + T_{\partial\partial\partial} + \frac{T_{n.з}}{n} = 1 + 1,9 + 0,38 + \frac{16}{1} = 19,28 \text{ хв}$$

Операція шліфування чорнове

Шийку обробляємо круглим шліфуванням подовжньою подачею в один перехід чорновим шліфуванням.

Поперечна подача $t_{\text{чорн}} = 0,027$ мм.

Число проходів визначаємо по формулі:

$$i = \frac{Z_{\text{чорн}}}{t_{\text{чорн}}} = \frac{0,5}{0,027} = 18,5$$

Приймаємо $i = 19$.

Подовжня подача визначається по формулі:

$$S_{\text{чорн}} = \beta \cdot B_k = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ мм/об},$$

$\beta = 0,3$; $B_k = 30$ мм. $V = 21$ м/хв..

Число оборотів валу по формулі:

$$n_{\text{чорн}} = 318 \cdot \frac{V}{d} = 318 \cdot \frac{21}{54,388} = 123 \text{ хв}^{-1},$$

По паспорту верстата приймаємо 150 хв^{-1} .

Основний час T_o розраховуємо по проходах:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{\text{чорн}} \cdot S_{\text{чорн}}} \cdot K_3 = \frac{30 \cdot 19}{150 \cdot 9} \cdot 1,5 = 0,63 \text{ хв},$$

$K_3 = 1,5$. $T_{\text{д1}} = 3$ хв.

Пов'язане з першим і подальшими проходами, $T_{\text{д2}} = 1$ хв (перший прохід); $T_{\text{д3}} = 0,04$ хв (на кожний подальший прохід).

Повний допоміжний час на шліфування:

$$T_\partial = T_{\partial 1} + T_{\partial 2} + T_{\partial 3} \cdot (i - 1) = 3 + 1 + 0,04 \cdot 5 = 4,2 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{он}} = T_o + T_\partial = 0,63 + 4,2 = 4,83 \text{ хв}$$

Додатковий час:

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,09 \cdot T_{\text{он}} = 0,09 \cdot 4,83 = 0,43 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{п.з.} = 7 \text{ хв}$$

Норма часу на операцію:

$$T_H = T_o + T_\partial + T_{\partial\partial\partial} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 0,63 + 4,2 + 0,43 + \frac{7}{1} = 12,26 \text{ хв}$$

Шліфування чистове

Поперечна подача $t_{\text{чист}} = 0,005 \text{ мм}$

Подовжня подача розраховується по формулі:

$$S_{\text{чист}} = 0,3 \cdot 30 = 9 \text{ мм / об}$$

Визначаємо число проходів:

$$i = \frac{Z_{\text{чист}}}{t_{\text{чист}}} = \frac{0,15}{0,005} = 30$$

$V = 21 \text{ м/хв.}$

Число обертів валу визначаємо по формулі

$$n = 318 \cdot \frac{21}{55,3} = 120,7 \text{ хв}^{-1}$$

По паспорту верстата приймаємо 115 хв^{-1} .

Основний час шліфування знаходимо по формулі:

$$T_o = \frac{30 \cdot 30 \cdot 1,7}{115 \cdot 9} = 1,48 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на шліфування: установка і зняття деталі $T_{д1} = 3 \text{ хв}$, час пов'язаний з проходами, $T_{д2} = 1 \text{ хв}$ (перший прохід), $T_{д3} = 0,04 \text{ хв}$ (на кожний подальший прохід).

$$T_\partial = T_{\partial1} + T_{\partial2} + T_{\partial3} \cdot (i - 1) = 3 + 1 + 0,04 \cdot 29 = 5,16 \text{ хв}$$

Визначаємо оперативний час по формулі:

$$T_{on} = 1,48 + 5,16 = 6,64 \text{ хв}$$

Додатковий час визначаємо по формулі:

$$T_{\partial\partial\partial} = 0,09 \cdot 6,64 = 0,6 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час: $T_{п.з.} = 7 \text{ хв.}$

Норма часу на операцію по формулі:

$$T_H = 1,48 + 5,16 + 0,6 + 7 = 14,24 \text{ хв}$$

2.5 Визначення собівартості відновлення валу

Собівартість відновлення валу визначаємо за формулою:

$$C_{\text{в}} = B_{\text{м}} + B_{\text{е.м.}} + Z_{\text{о.д.с.}} + B_{\text{у}} + B_{\text{з}},$$

Вартість основних та допоміжних матеріалів на відновлення деталі знаходимо за формулою:

$$B_{\text{м}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{м}(i)} \cdot Ц_{\text{м}(i)},$$

Витрати матеріалу на заварювання шпонкового пазу $5=12$ мм, $A=6$ мм, $L=36$ мм беремо з розрахунків 18 г.

Витрату матеріалу (електродного дроту) на вібродугове наплавлення визначаємо за формулою:

$$P_{\text{в.н.}} = \left(\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot L \cdot \gamma,$$

$d_1=38$ мм; $d=33$ мм; $L=45$ мм (з $\varnothing 34,8$ мм до $\varnothing 38$ мм) і $L=45$ мм (з $\varnothing 29,8$ мм до $\varnothing 33$ мм); $\gamma = 7800$ кг/м³,

$$P_{\text{в.н.}} = \frac{38^2 - 34,8^2}{4} \cdot 3,14 \cdot \frac{45 \cdot 7800}{1000} = 54,5 \text{ г},$$

$$P_{\text{в.н.}} = \frac{33^2 - 29,8^2}{4} \cdot 3,14 \cdot \frac{45 \cdot 7800}{1000} = 54,5 \text{ г},$$

Визначаємо вартість матеріалу:

$$B_{\text{м}} = \frac{54,5 \cdot 2 \cdot 0,48}{1000} = 5,23 \text{ грн.},$$

$$B_{\text{зв}} = 0,018 \cdot 430 = 0,8 \text{ грн}$$

Разом: $5,23+0,8=5,31$ грн.

Розрахунок вартості електроенергії, витраченої на технологічних цілі
Вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$B_{\text{е.м.}} = \frac{I \cdot U \cdot T_{\text{ум.}} \cdot Ц_{\text{ел.}}}{1000 \cdot 60},$$

$$C_{ел} = 0,55 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості витраченої електроенергії зводимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Розрахунок витрат і вартості електроенергії:

№ операції	Найменування операції	Сила струму, А	Напруга, В	Потужність, кВт	Ціна 1кВт·год	$T_{шт}$ ХВ	Вартість електроенергії, грн.
005	Зварювальна	190	$K_H=9,5$	10,2	0,55	2,92	0,53
010	Наплавочна	180	24	4,32	0,55	8,26	0,33
Всього							0,86

Розрахунок заробітної плати робітників

Основну та додаткову заробітну плату робітників за виконання І технологічних операцій по ремонту вала з урахуванням відрахувань до фонду соціального захисту визначаємо за формулою:

$$Z_{o.d.c.} = P_{від} \cdot K_{\partial} \cdot \left(1 + \frac{H_{від}}{100} \right),$$

$$A_d = 1,3 \dots 1,5; H_{від} = 37\%$$

Відрядну розцінку визначаємо за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum Z_{z.c.(i)} \cdot T_{н(i)}}{60},$$

Додаткова заробітна плата:

$$Z_{\partial} = 0,3 \cdot \sum P_{від} = 0,3 \cdot 4,89 = 1,47 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$Z_{від} = 0,37 \cdot (Z_o + Z_{\partial}) = 0,37 \cdot (4,89 + 1,47) = 2,35 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування визначаємо за формулою:

$$B_{yc} = \frac{\sum T_{шт(i)} \cdot B_{н.з.(i)}}{100 \cdot 60},$$

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування зводимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Марка обладнання	$T_{шт}, \text{хв}$	$B_{н.г.}, \text{грн}$	$B_y, \text{грн.}$
Верстат 1К620	3,68	5,36	0,33
ПСГ-500	2,92	3,84	0,19
Верстат 1К62+А5374	8,26	5,36	0,74
Верстат ОРГ 1468-01-060А	2,6	3,24	0,14
Прес гвинтовий	1,87	3,20	0,10
Верстат 1К620	7,23	5,36	0,65
Верстат 6Н12ПБ	7,78	6,18	0,8
Верстат 2Н125	2,04	4,29	0,15
Всього			3,10

Загальногосподарські втрати:

$$B_{заг} = \frac{3_{o.d.} \cdot K_{заг}}{100},$$

$K_{заг} = 300\%$.

$$B_{заг} = \frac{(2,78 + 0,89) \cdot 300}{100} = 11,61 \text{ грн}$$

Отже, всього собівартість ремонту вала:

$$C_g = 0,55 + 0,86 + 2,98 + 0,89 + 1,43 + 3,1 + 11,61 = 21,42 \text{ грн.}$$

Порівнявши значення ціни нового вала і собівартість ремонту зношеного, можна зробити висновок, що ремонт вала набагато ефективніший і економніший.

Економія складає:

$$E_p = (C_n - C_g) \cdot N,$$

$C_n = 66,83 \text{ грн.}$

$$E_p = (66,83 - 21,42) \cdot 5 = 227 \text{ грн.}$$

Отримана економія свідчить про те, що запропонований технологічний процес потрібно запроваджувати в виробництво.

Розрахунок економічного ефекту в результаті модернізації конструкції для заточування дисків

Економічний ефект визначається за формулою:

$$E_{\phi} = (C_o - C_n) \cdot H_p - E_n \cdot B_T,$$

Розраховуємо собівартість операції до і після модернізації. Час на виконання операції на базовому пристрої:

$$t_{y6} = 3,7 \text{ хв.}$$

Час на виконання операції на пристрої після модернізації: $t_{yn} = 3,1 \text{ хв.}$

Собівартість виконання операції:

$$C_{yct} = Z_o + Z_d + B_{c.cmp} + H_e,$$

$$Z_o = \frac{t_{y(i)}}{60} \cdot Z_{cod(i)};$$

$$B_{cmp(i)} = \frac{K_d}{100} \cdot (Z_{o(i)} + Z_{d(i)}).$$

На базовому пристрої:

$$Z_o = \frac{3,7}{60} \cdot 4,77 = 0,29 \text{ грн.},$$

$$Z_d = 0,3 \cdot 0,29 = 0,09 \text{ грн.},$$

$$B_{c.cmp} = 0,37 \cdot (0,29 + 0,09) = 0,14 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

$$E_m = \frac{10 \cdot 3,7 \cdot 0,7}{60} \cdot 0,55 = 0,24 \text{ грн.}$$

$$B_{n(i)} = \frac{K_n}{100} \cdot (Z_{o(i)} + Z_{d(i)}),$$

$$B_{n(i)} = \frac{300}{100} \cdot (0,29 + 0,09) = 1,14 \text{ грн.}$$

На пристрої після модернізації:

$$Z_o = \frac{3,1 \cdot 4,77}{60} \cdot 0,25 \text{ грн.},$$

$$Z_d = 0,3 \cdot 0,25 = 0,07 \text{ грн.},$$

$$B_{c.cmp} = (0,25 + 0,07) \cdot 0,37 = 0,12 \text{ грн.},$$

$$E_m = \frac{3 \cdot 3,1 \cdot 0,7}{60} \cdot 0,55 = 0,06 \text{ грн.},$$

$$B_n = \frac{300}{100} \cdot (0,25 + 0,07) = 0,96 \text{ грн.},$$

Всього собівартість операції. На пристрої до модернізації:

$$C_{yct}^6 = 0,29 + 0,09 + 0,14 + 0,24 + 1,14 = 1,9 \text{ грн.}$$

На пристрої після модернізації:

$$C_{уст}^{np} = 0,25 + 0,07 + 0,12 + 0,06 + 0,96 = 1,41 \text{ грн.},$$

Річна економія складе:

$$E_{річ} = C_{уст}^б - C_{уст}^{np} = (1,9 - 1,41) \cdot 10000 = 4900 \text{ грн.}$$

Розраховуємо додаткові витрати в зв'язку з модернізацією пристрою.

Витрати на модернізацію пристрою:

$$B_m = B_{np} + B_m + Z_{од} + Відр + H_в,$$

Витрати на проектування:

$$B_{np} = T_{np} \cdot Z_{оді} \cdot K_д \cdot K_n \cdot K_{від},$$

$$B_{np} = 25 \cdot 7,45 \cdot 1,3 \cdot 1,37 \cdot 3 = 995,13 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на матеріал для виготовлення пристрою. Витрати на матеріал для виготовлення пристрою для заточування дисків приведені в таблиці 2.4.

Витрати на купівлю готових виробів приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 Витрати на матеріал для виготовлення пристрою

Деталі	Кількість	Маса деталі, кг	Матеріал	Ціна, грн. за 1 кг	Всього, грн.
Кришка	4	0,71	Сталь 3	3,3	9,41
Кришка	1	3,5	Чавун	3,1	10,85
Шків	2	5,28	Сталь 45	3,95	41,71
Корпус	1	5,8	Чавун	3,1	17,98
Вал	1	0,75	Сталь 45	3,95	2,96
Черв'як	1	0,85	Сталь 45	3,95	3,36
Колесо	1	0,45	Бронза	12,6	12,87
Всього					99,14

Таблиця 2.5 Витрати на купівлю готових виробів

Деталі	Кількість	Ціна, грн за 1 кг	Всього, грн
Втулка	1	3,57	3,57
Електродвигун 4А100S4УЗ	1	346	346
Супорт	1	296	296
Пас	3,2 м	24	76,8
Метизи	1,2 кг	34,5	41,4
Всього			763,77

Заробітна плата на виготовлення пристрою:

$$Z_{од} = \sum t_{n_i} \cdot Z_{год_i} \cdot K_{од},$$

Таблиця 2.6 Заробітна плата на виготовлення пристрою

Вид робіт	Трудомісткість, год	Розряд роботи	Тарифна ставка, грн/год	Заробітна плата, грн.
Зварювальна	0,5	4	4,77	2,39
Токарна	2,5	3	4,25	10,63
Свердлильна	0,3	3	4,25	1,28
Фрезерна	2,8	3	4,25	11,9
Складальна	1,3	4	4,77	6,2
Всього				32,4

Тоді заробітна плата:

$$Z_{од} = 1,3 \cdot 32,4 = 42,12 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$Відр = 0,37 \cdot Z_{од} = 0,37 \cdot 42,12 = 15,58 \text{ грн.}$$

Накладні витрати цехові:

$$H_{ви} = 3,0 \cdot Z_{од} = 3,0 \cdot 42,12 = 126,36 \text{ грн.}$$

Сума витрат разом на виготовлення (модернізацією) пристрою:

$$B_m = 995,13 + 99,14 + 763,77 + 42,12 + 15,58 + 126,36 = 2042,10 \text{ грн.}$$

Тоді річний економічний ефект:

$$E_{\phi} = E_p - 0,15 \cdot B_m = 4900 - 2042,1 = 4593,7 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень:

$$T_{ок} = \frac{B_m}{E_p} = \frac{2042,1}{4900} = 0,42 \text{ року.}$$

Висновок: пропозиції по модернізації пристосування доцільні, так як

$$T_{ок} < T_n; T_n = 6,67 \text{ року.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис пристосування і принцип роботи

Пристосування складається з конуса 1, оправки 2, затискачів 3, пружини 4, гвинтів 5,6, штифта циліндрового 7 .

Пристосування встановлюється на токарно-гвинторізний верстат. Закріплюємо в оправку гальмівну стрічку з фрикційними накладками, що наклеюють. За допомогою конуса і притисків, при обертанні пристосування, роздвигаємо абразивний матеріал. Тим самим задаємо товщину шару накладок, що знімається. Розточування гальмівних стрічок проводимо на низьких оборотах шпінделя токарно-гвинторізного верстата.

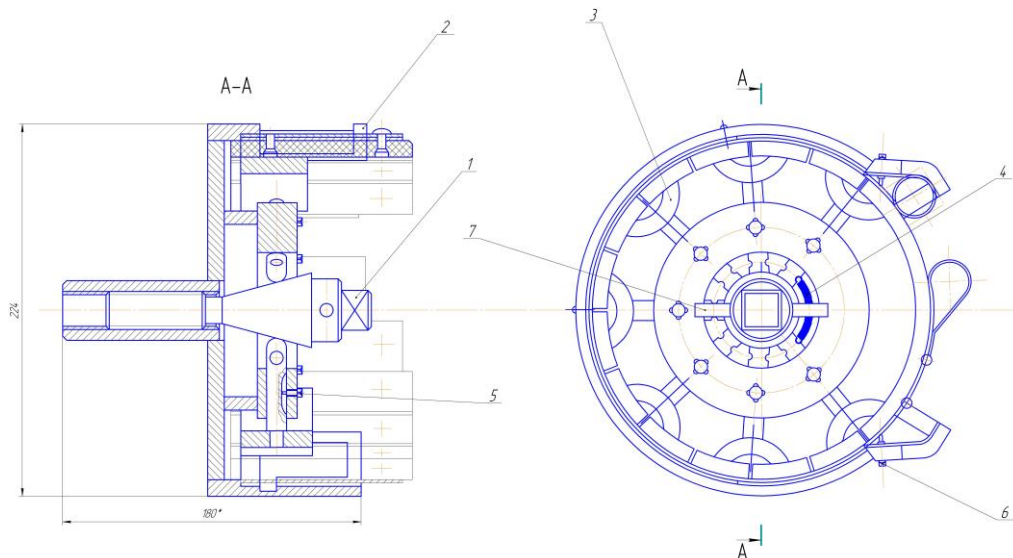


Рисунок 3.1—Схема пристосування для розточування гальмівної стрічки

В процесі використання станда в його конструкції виявлено ряд суттєвих недоліків, а використання гвинтового механізму суттєво підвищує його універсальність. Крім цього, використання гвинтового механізму дозволить проводити операцію на станді - робочому з меншою кваліфікацією.

Наступним недоліком попередньої конструкції, є складність цангового механізму, який складається з кулачків, планшайби, кришки, штифтів, гвинтів і зворотних пружин. Пил і мастило утворюють суміш, яка при потраплянні в зазори між деталями перешкоджає їх взаємному переміщенню. Найбільш часто відбувається зависання кулачків цангового механізму через низьку

пружність зворотних пружин і потрапляння в зазори пилу. Усунення даного недоліку можливе заміною складного зворотного механізму з використанням дії пружин, на більш простий і надійний з використанням для повернення кулачків пружних Виконуючи аналіз роботи стану і недоліків його конструкції можна дійти висновку про необхідність модернізації силового вузла та цангового механізму.

3.2 Розробка принципової схеми, опис та порядок роботи стану

Модернізований стан складається з корпусу, цангового і гвинтового механізмів.

Корпус являється основним, несучим вузлом стану і складається з горизонтальної плити, двох опорних стійок цангового і гвинтового механізмів, чотирьох упорних косинок. Всі перераховані деталі з'єднані між собою за допомогою електродугового зварювання. В опорній стійці цангового механізму виконано центральний отвір, що дозволяє встановлювати ремонтуючий рукав між кулачками. Крім цього є ще чотири наскрізні отвори для гвинтів, які кріплять цанговий механізм на стійці. В опорній стійці гвинтового механізму виконано наскрізний отвір для встановлення гайки. Перпендикулярно до якого під гвинт, що стопорить гайку, виконано різьбовий отвір.

Цанговий механізм призначено для деформації втулки і складається з: цанги (кулачків); направляючого і нажимного стаканів; упорного кільця і кріпильних деталей.

Цанга являє собою розрізну пружинну гільзу, виконану з інструментальної сталі У10А. Поверхні губок цанги та її конічної частини мають твердість HRC 58...62, а пелюстки в межах HRC 38...42. Цанга повинна забезпечувати концентричність обжимання втулки в межах 0,05мм. З метою запобігання заклинювання, кут конусної поверхні цангового механізму має бути на 1° менше кута конуса нажимного стакану.

3.3 Основні розрахунки вузлів модернізованого стенду

Розрахунок елементів цангового механізму

Осьова сила, що забезпечує деформацію втулки, визначається за формулою:

$$Q = (P_1 + P_2 + P_3) \times \operatorname{tg}(a + f)$$

Розрахункова схема цангового механізму представлено на рисунку 3.2.

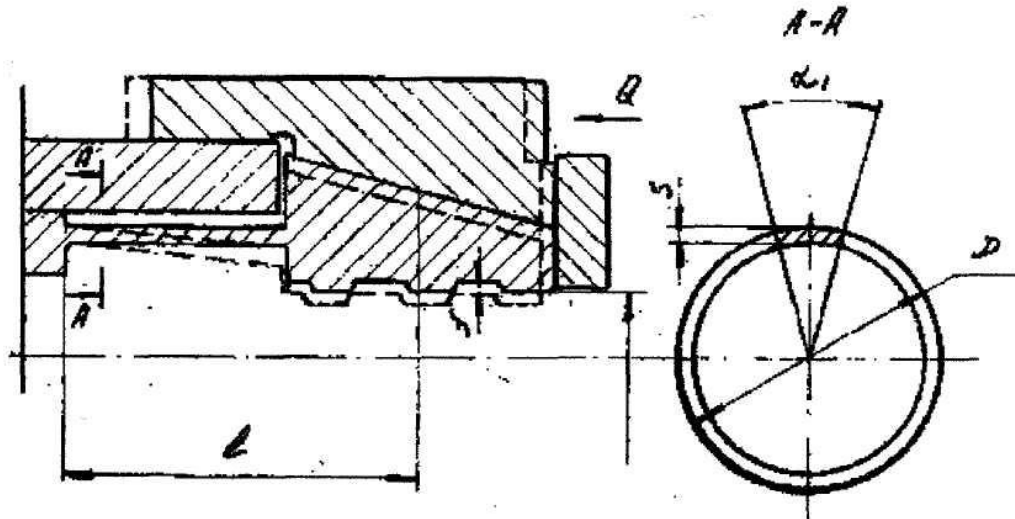


Рисунок 3.2—Розрахункова схема цангового механізму

Обжимання представляє собою операцію, при якій відбувається звуження поперечного перерізу, шляхом деформації матеріалу ззовні і зменшення діаметру. Зусилля обжимання може бути розраховане за формулою:

$$P_1 = L \times S \times n \times k \times s_{\sigma} = 75,4 \times 2 \times 30,8 \times 300 = 108576 \text{ H}$$

$$L = p \times D_n = 3,14 \times 24 = 75,4 \text{ мм}; D_n = 24 \text{ мм}; S = 2 \text{ мм}; n = 3; k = 0,8;$$

$$s_{\sigma} = 300 \text{ H} / \text{мм}^2.$$

Визначаємо силу направлену на подолання пружності пелюстків цанги за формулою:

$$P_3 = 3 \cdot \frac{E \cdot I \cdot f \cdot z}{l^3}$$

$$f = 5 \text{ мм}; Z = 8; l = 100 \text{ мм}.$$

$$E = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2;$$

Знаходимо момент інерції сектора з формули:

$$I = \frac{D^3 \cdot b}{8} \cdot \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) =$$

$$= \frac{43^3 \cdot 2}{8} \cdot \left(0,698 + \sin 40^\circ \cdot \cos 40^\circ - \frac{2 \cdot \sin^2 40^\circ}{0,698} \right) = 136,5 \text{ мм}^4$$

$D=43$ мм; $b=2$ мм; $\alpha_1=40^\circ \approx 0,698132$.

Підставивши отриманні значення моменту інерції сектора цанги, визначає силу, що направлена на подолання пружності пелюстків:

$$P_2 = 3 \cdot \frac{2,2 \cdot 10^5 \cdot 136 \cdot 5 \cdot 8}{100^3} = 1196,8 \text{ Н}$$

Силу, що направлена на подолання жорсткості зворотних пружин, визначаємо за формулою:

$$P_3 = F \cdot n = 160 \cdot 4 = 640 \text{ Н}$$

$F=160$ Н;

Підставивши отриманні значення сил, визначаємо осьову силу необхідну для розтягування цанги:

$$Q = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) = (108576 + 1196,8 + 640) \cdot \text{tg}(22^\circ 30' + 5^\circ 43') = 59244,2 \text{ Н}$$

де $P_1=108576$ Н; $P_2=1196,8$ Н; $P_3=640$ Н; $\alpha=22^\circ 30'$; $\varphi = \text{arctg} \cdot f_1 = \text{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 43'$; $f=0,1$.

Розрахунок елементів гвинтового механізму

Так гвинт механізму працює на стискання і кручення, проводимо розрахунок по середньому діаметру для упорної різьби:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \varphi_2 \cdot \xi [p]}} = \sqrt{\frac{59245}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 1,7 \cdot 12}} = 38,7 \text{ мм}$$

$$Q=59245 \text{ Н}; \varphi_1=1,5; \xi=0,7; [p]=12 \text{ Н/мм}^2.$$

Приймаємо упорну різьбу з послідовними розмірами елементів: зовнішній і діаметр, $d=55$ мм; внутрішній діаметр, $d_1=41,116$ мм; середній діаметр, $d_2=49,0$ мм; крок різьби, $b=8$ мм; глибина різьби, $h_1=6,942$ мм; робоча висота профілю, $h=6,0$ мм; радіус, $r=0,994$ мм.

Для зручності і безпеки при роботі на стенді, різьба повинна виконувати

самогальмування, які визначаються за формулою:

$$\alpha > \varphi$$

Визначаємо значення кута підйому середньої гвинтової лінії:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{\pi \cdot d_2} = \frac{8}{3,14 \cdot 49,0} = 0,052$$

$$b=8\text{мм}; d_2=49,0\text{мм}.$$

Для тангенса 0,052, знаходимо кут ос, $\alpha=2^\circ 58'$. Знаходимо приведений кут профілю:

$$\varphi^1 = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \delta} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 45'$$

$$f=0,1; \delta=3^\circ.$$

Таким чином, кут підйому середньої гвинтової лінії значно менший приведенного кута профілю, умова самогальмування у гвинтовій парі виконується.

Виконуємо перевірку гвинта на стійкість, задавши його довжину з наступних міркувань.

Гнучкість гвинта визначаємо за формулою:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}}$$

$$\mu=2; L=100\text{мм};$$

Радіус інерції гвинта можна визначити за формулою:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{d_1^2 \cdot 4}{64}} = \sqrt{\frac{41,116^2 \cdot 4}{64}} = 10,3 \text{ мм}$$

$$d_1=41,116\text{мм}.$$

Тоді гнучкість гвинта буде рівна:

$$\lambda = \frac{2 \cdot 100}{10,3} = 19,4$$

По розрахованій гнучкості гвинта, приймаємо коефіцієнт зниження допустимого напруження на стискання, $\varphi_0=0,93$.

Перевіряємо гвинт на стійкість:

$$Q_{\text{дод}} = \phi_0 \cdot [\sigma]_{\text{ст}} \cdot F \geq Q$$

$$\phi_0 = 0,95; [\sigma]_{\text{ст}} = 75 \text{ Н/мм}^2$$

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 41,116^2}{4} = 1327,1 \text{ мм}^2;$$

$$Q = 59245 \text{ Н.}$$

Підставивши значення одержимо допустимі навантаження на гвинт:

$$Q_{\text{дод}} = 0,95 \cdot 75 \cdot 1327,1 = 94559 \text{ Н}$$

Як видно з проведених розрахунків, допустиме навантаження на гвинт значно більше за осьову силу, яка необхідна для затискання цанги:

$$Q < Q_{\text{дод}} = 59245 \text{ Н} < 94559 \text{ Н.}$$

Визначаємо кількість витків в гайці гвинтового механізму виходячи: - з умов обмеження тиску в різьбі, у припущенні рівномірного розподілу навантаження по її виткам:

$$z = \frac{Q}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot q} = \frac{59245}{3,14 \cdot 49 \cdot 6 \cdot 12} = 5,3$$

$$Q = 59245 \text{ Н}; d_2 = 49,0 \text{ мм}; h = 6,0 \text{ мм}; q = 12 \text{ Н/мм}^2 \quad z = 6 \text{ витків.}$$

З умови міцності на згин, виток розглядаємо, як консольну балку (рисунок 3.3)

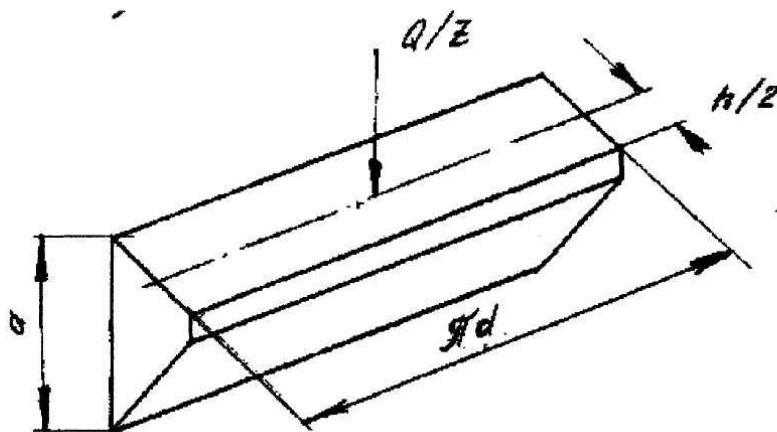


Рис. 3.3. Схема розрахунку витка гайки на міцність.

$$z = \frac{3 \cdot Q \cdot h}{\pi \cdot d \cdot a^2 \cdot [\sigma]_{\text{надл}}} = \frac{3 \cdot 59245 \cdot 6}{3,14 \cdot 55 \cdot 6,012^2 \cdot [45]_{\text{надл}}} = 3,8$$

$$Q = 59245 \text{ Н}; h = 6,0 \text{ мм}; \alpha = 55 \text{ мм};$$

$$a = b \cdot 2\gamma = 8 \cdot 2 \cdot 0,994 = 6,012 \text{ мм};$$

$$S = 8 \text{ мм}; \quad \gamma = 0,994 \text{ мм}; \quad [\sigma]_{\text{надл}} = 45 \text{ Н/мм}^2$$

Приймаємо $z_2 = 4$ витка

- з умови міцності на зріз:

$$z = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot a \cdot [\tau]_{\text{сп}}} = \frac{59245}{3,14 \cdot 55 \cdot 6,012 \cdot 32} = 1,8$$

$$Q = 59245 \text{ Н}; \quad d = 55 \text{ мм}; \quad a = 6,012 \text{ мм}; \quad [\tau]_{\text{сп}} = 32 \text{ Н/мм}^2$$

Приймаємо, $z = 2$ витка.

З трьох розрахованих значень, кількість витків різьби гайки приймаємо більше, $z = 6$ витків.

Визначаємо висоту гайки виходячи з числа витків і кроку різьби:

$$H = b \cdot z = 8 \cdot 6 = 448 \text{ мм}$$

$b = 8 \text{ мм}; \quad z = 6$ витків.

Вважаючи, що все навантаження розтягує гайку знаходимо товщину її тіла з умови міцності на розтяг і скручування моментом виткової пари в небезпечному перерізі А-А (рисунок 3.4)

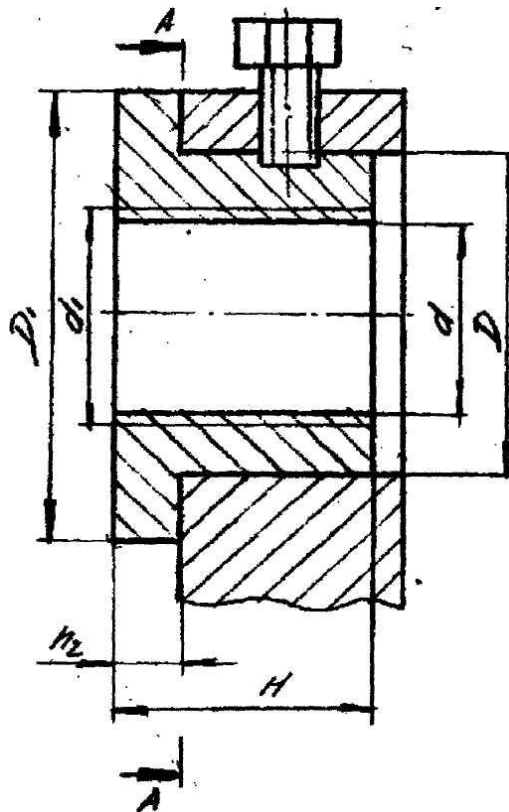


Рис.3.4. схема розрахунку товщини тіла гайки

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]_p} + d^2} = \sqrt{\frac{5 \cdot 59245}{3,14 \cdot 45} + 55^2} = 71,7 \text{ мм}$$

$Q=59245 \text{ Н}; [\sigma]_p=45 \text{ Н/мм}^2; d=55 \text{ мм}.$

Приймаємо зовнішній діаметр гайки, $D=75 \text{ мм}.$

Діаметр буртика гайки визначаємо з умови міцності на зминання:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]_{зм}} + D^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 59245}{3,14 \cdot 70} + 75^2} = 81 \text{ мм}$$

$Q=59245 \text{ Н}; [\sigma]_{зм}=70 \text{ Н/мм}^2, D=75 \text{ мм}. D_1=85 \text{ мм}.$

Висоту буртика гайки конструктивно приймаємо 10мм та перевіряємо на згин як консольну балку:

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot Q \cdot (D_1 - D)}{2 \cdot \pi \cdot D \cdot h_2^2} \leq [\sigma]_{зг}$$

$Q=59245 \text{ Н}; D_1=85 \text{ мм}; D=75 \text{ мм}; h_2=10 \text{ мм}; [\sigma]_{зг}=45 \text{ Н/мм}^2$

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot 59245 \cdot (85 - 75)}{2 \cdot 3,14 \cdot 75 \cdot 10^2} \leq 37,7 \text{ Н/мм}^2$$

Умова міцності виконується.

Для кріплення гайки в стійці приймаємо стопорний гвинт М6х23.48 ГОСТ14-88 та перевіримо чи буде він працювати на зріз від провертання гайки моментом гвинтової пари, припускаючи, що гайку встановлено в отвір стійки вільно (рисунок 3.2.).

Визначаємо момент гвинтової пари, що намагається повернути гайку в опорній стійці станда:

$$M_1 = Q \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi') = 59245 \cdot \frac{49}{2} \cdot \text{tg}(2^\circ 58' + 5^\circ 45') = 222544,4 \text{ Н} \cdot \text{мм} \approx 223 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$Q=59245 \text{ Н}; d_2=49 \text{ мм}; \alpha=2^\circ 58'; \varphi'=5^\circ 45'.$

Знаходимо момент на опорній поверхні заплечника гайки, що перешкоджає і; скручуванню в стійці станда:

$$M_2 = \frac{1}{3} \cdot f \cdot Q \cdot \frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} = \frac{1}{3} \cdot 0,1 \cdot 59245 \cdot \frac{85^3 - 75^3}{85^2 - 75^2} = 237288,6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \approx 237 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$f=0,1; Q=59245 \text{ Н}; D_1=85 \text{ мм}; D=75 \text{ мм}.$

Як видно з проведених розрахунків, момент на опорній поверхні гайки, що перешкоджає її провертанню, перевищує момент, який направлено і провертання гайки в стійці. Гайка провертатися не буде і перевіряти гвинт на зріз немає необхідності.

Для розрахунку елементів упорного вузла гвинта виконуємо розрахункову схему, яку представлено на рисунку

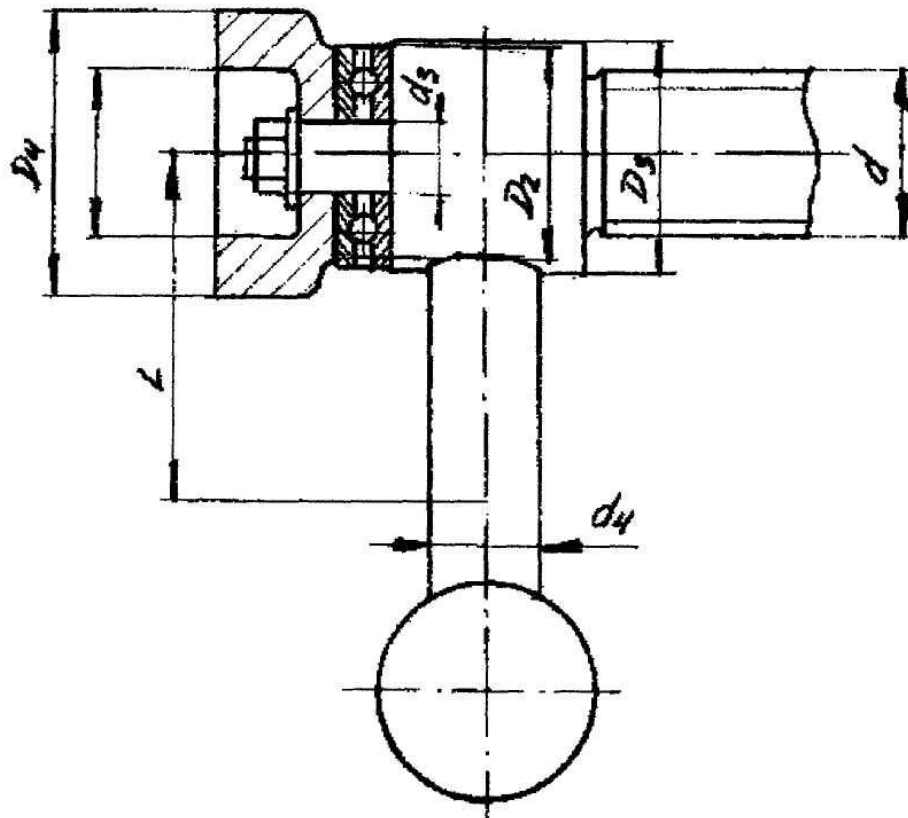


Рисунок 3.5. Схема для розрахунку елементів упорного вузла
Конструктивно приймаємо діаметр направляючого стержня:

$$d_3 = 0,6 \cdot d = 0,6 \cdot 55 = 55 \text{ мм} \quad d = 55 \text{ мм.}$$

Визначаємо зовнішній діаметр опорної поверхні кільця, що прилягає до гвинта:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot g} + d_3^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 59245}{3,14 \cdot 12} + 33^2} = 85,9 \text{ мм}$$

$$Q = 59245 \text{ Н}; \quad g = 12 \text{ Н/мм}^2 \quad d_3 = 33 \text{ мм.} \quad D_2 = 86 \text{ мм}$$

Розраховуємо діаметр головки гвинта:

$$D_3 = D_2 + 5 = 86 + 5 = 91 \text{ мм}$$

$$D_2 = 86 \text{ мм}$$

Розраховуємо висоту кільця:

$$H_4 = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 55 = 82,5 \text{ мм}$$

$$d = 55 \text{ мм. } h_4 = 80 \text{ мм.}$$

Довжину ручки визначаємо з умови рівноваги моментів, прикладених до гвинта:

$$M_p = M_1 + M_3$$

Для зменшення сили тертя між упорним кільцем і головкою гвинта встановлюють упорний підшипник кочення, тоді

$$M_3 = f \cdot Q \cdot \frac{d_3}{2} = 0,01 \cdot 59245 \cdot \frac{33}{2} = 9775 \text{ Н} \cdot \text{мм} \approx 9,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$f = 0,01; Q = 59245 \text{ Н}; d_3 = 33 \text{ мм.}$$

Момент, що створює робітник можна визначити за формулою:

$$M_p = P \cdot L$$

$$P = 300 \text{ Н};$$

Перетворивши вираз, одержуємо формулу для визначення довжини рукоятки:

$$L = \frac{M_1 + M_3}{P} = \frac{223 + 9,8}{300} = 0,776 \text{ м}$$

$$\text{де } M_1 = 223 \text{ м; } M_3 = 9,8 \text{ м; } P = 300 \text{ Н. } L = 0,8 \text{ м.}$$

До розрахованої довжини необхідно додати $\Delta L = 200 \text{ мм}$, щоб зручно було тримати рукоятку:

$$L_k = L + \Delta L = 0,8 + 0,2 = 1,0 \text{ м}$$

Діаметр рукоятки визначаємо з рівняння згину, як для консольної балки:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{P \cdot L}{0,1 \cdot [\sigma]_{зг}}} = \sqrt[3]{\frac{300 \cdot 754,5}{0,1 \cdot 90}} = 29,3 \text{ мм}$$

$$P = 300 \text{ Н};$$

$$L_1 = L - \frac{D_3}{2} = 800 - \frac{91}{2} = 754,5 \text{ мм,}$$

$$L = 800 \text{ мм; } D_3 = 91 \text{ мм; } [\sigma]_{зг} = 90 \text{ Н/мм}^2$$

Приймаємо діаметр рукоятки, $d_4 = 30 \text{ мм}$.

Розрахунок елементів опорних стійок

Виконуємо перевірочний розрахунок опорної плити, для цього виконуємо розрахункову схему (рисунок 3.3.).

Визначаємо момент опору в небезпечному перерізі плити:

$$W_y = \frac{b^2 \cdot (h - h_3)}{6} = \frac{50^2 \cdot (200 - 75)}{6} = 52083 \text{ мм}^3$$

$b=50\text{мм}$; $h=200\text{ мм}$; $h_3=75\text{ мм}$.

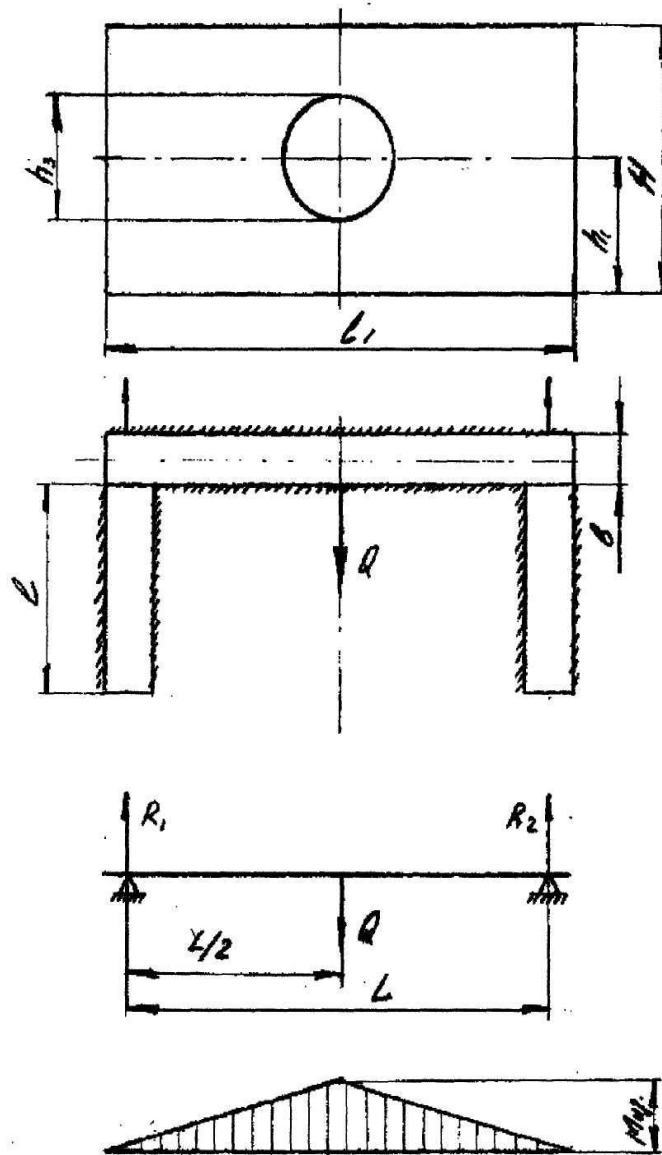


Рис.3.6 Визначення моменту опору в небезпечному перерізі

Знаходимо опорні реакції:

$$R_1 = R_2 = \frac{Q}{2} = \frac{59245}{2} = 29622,5 \text{ Н}$$

$Q=59245\text{ Н}$.

Розраховуємо згинаючий момент в небезпечному перерізі:

$$M_{32} = R_1 \cdot \frac{L}{2} = 29622,5 \cdot \frac{160}{2} = 2369800 \text{ Н/мм}^2 \approx 2369 \text{ Н.м}$$

Розраховуємо напруження згину в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_y} = \frac{2369800}{52083} = 45,5 \text{ Н/мм}^2$$

Що менше допустимого напруження при згині, відповідно геометричні параметри плити вибрані вірно.

Виконуємо перевірочний розрахунок зварних швів. Приймаємо ручне електродугове зварювання, електродом Э42А-УОНИ-13/45-4,0-УД2. Плита і косинки виконані зі сталі Ст.3 КП.

Використовуючи принцип незалежності роботи, визначаємо навантаження, що сприймають на себе шви:

$$\tau_{зп} = \frac{M_{зг}}{W_z} \leq [\tau]_{зп}$$

$z=2$ шва.

Згинаючий момент визначаємо за формулою:

$$M_{зг} = Q_n \cdot h;$$

Момент опору знаходимо з виразу:

$$W = \frac{L(0,7 \cdot k)^2}{b};$$

$L=160$ мм; $k=5$ мм.

Перетворивши вираз, знаходимо навантаження, яке сприймають зварні шви:

$$Q_{II} = \frac{L \cdot (0,7 \cdot k)^2 [\sigma]_{зп} \cdot z}{b \cdot h_1} = \frac{160 \cdot (0,7 \cdot 5)^2 \cdot 70 \cdot 2}{6 \cdot 100} = 457 \text{ Н}$$

Визначаємо навантаження, яке сприймають шви косинок:

$$Q_x = Q - Q_{II} = 59245 - 457 = 58788 \text{ Н}$$

Шви косинок працюють на зріз, розрахунки можна проводити за формулою:

$$\tau_{зп} = \frac{Q_x}{0,7 \cdot k \cdot l \cdot \Pi} \leq [\tau]_{зп}$$

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$\tau_{зр} = \frac{58788}{0,7 \cdot 5 \cdot 200 \cdot 4} \leq 21 \text{ Н/мм}^2$$

що менше допустимого напруження на зріз, $\tau_{зр} < [\tau]_{зр} = 21 \text{ Н/мм}^2 < 70 \text{ Н/мм}^2$.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Теоретичні дослідження

Відповідно до поставленої в роботі метою необхідно встановити закономірності формування потоку вимог на поточний ремонт автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації.

Як об'єкт досліджень обраний процес формування потоку вимог на поточний ремонт автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації, а предмета досліджень -закономірності впливу температури повітря, коефіцієнта опору коченню і інтенсивності експлуатації на потік відмов автомобілів КамАЗ, КрАЗ і Урал.

Для визначення завдань досліджень проведено аналіз літературних джерел. Узагальнення отриманих відомостей дозволило сформулювати завдання досліджень.

Для вирішення цих завдань проведені теоретичні та експериментальні дослідження (рис. 4.1).

Методологічною основою теоретичних досліджень обраний системний підхід. Тому на першому етапі складається схема системи, що вивчається, встановлюється її вхід і вихід. Далі система структурується, тобто визначаються елементи, що входять в неї. Потім визначаються взаємозв'язки між елементами.

Найважливіший етап складання схеми системи - відбір чинників, які впливають на параметр потоку відмов. Для цього попередньо складається вихідний перелік сезонних чинників. Потім вони оцінюються за ступенем сезонної варіації. Далі оцінюються кореляційні зв'язки між ними і відбираються незалежні.

Аналогічно оцінює значимість сезонних змін потоку відмов по елементах автомобілів.

Для розробки моделей впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов використовується емпіричний підхід. Спочатку розробляється гіпотеза

про вид моделі, потім на основі експерименту перевіряється її адекватність і визначаються чисельні значення її параметрів.

На основі отриманих моделей розробляється методика розрахунку постів поточного ремонту з урахуванням сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації.

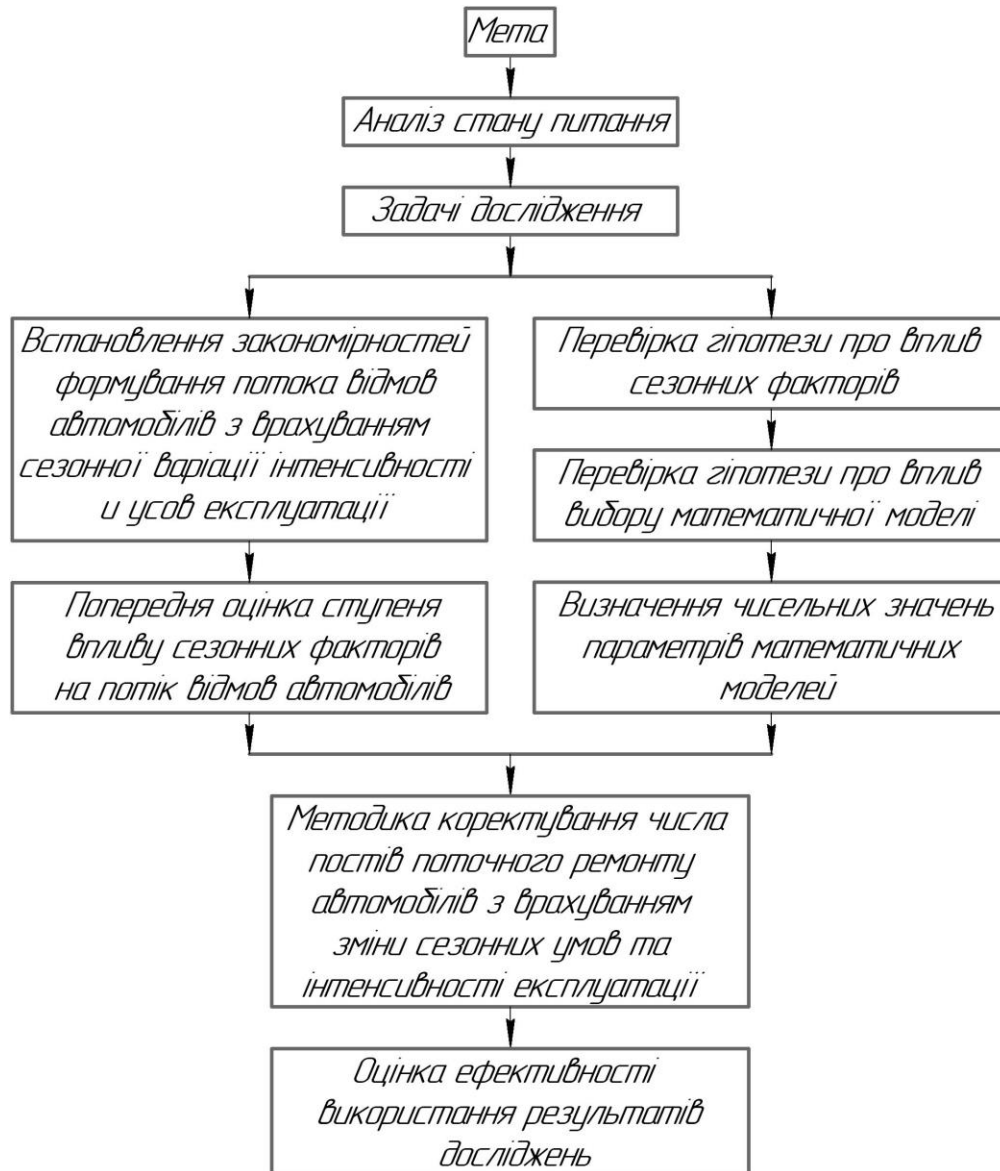


Рис. 4.1. Схема загальної методики досліджень

Проводячи аналіз стану питання, ми сформулювали визначення потоку відмов як послідовність відмов, що відбуваються один за іншим в якісь моменти часу. З огляду на, що на моменти досягнення граничних станів елементами технічної системи (ТС) впливає ряд факторів, позначимо формування потоку відмов в такий спосіб.

Формування потоку відмов - це сукупність процесів зміни факторів, що визначають інтенсивності досягнення граничних станів елементами ТЗ і обумовлюють варіацію проміжків часу між сусідніми відмовами.

Для того щоб встановити закономірність формування потоку відмов, необхідно використовувати системний підхід. Відповідно до нього реалізуються наступні етапи досліджень:

- визначається критерій ефективності функціонування досліджуваної системи;
- система структурується, тобто розбивається на елементи;
- досліджуються закономірності взаємодії елементів;
- розробляється модель системи;
- розробляються методи практичного використання отриманих результатів.

В залежності від поставлених перед підприємством завдань цільова функція може бути визначена по-різному. В одному випадку це мінімум витрат на експлуатацію, в іншому - максимум прибутку. Головне завдання технологічного транспорту - виконувати певний обсяг транспортної роботи в заданому часовому інтервалі. У загальному випадку в якості критерію функціонування можна вибрати мінімум витрат на експлуатацію рухомого складу. При цьому цільова функція має вигляд:

$$C_{\Sigma} \rightarrow \min$$

При аналізі компонент, складових C_{Σ} , можна виділити складові, які залежать від процесу формування потоку відмов. Перш за все це витрати, які визначаються витратами на поточний ремонт автомобілів. Крім того, частина витрат пов'язана з доставкою, зберіганням, підтриманням поточного і запасу запасних частин. Необхідно ще відзначити витрати, пов'язані з використанням оборотних коштів, вкладені в збережені запаси.

Для технологічного транспорту на перший план виходить не зниження собівартості використання автомобілів, а їх безперебійна робота, так як втрати від простоїв обслуговується основного виробництва через відсутність транспорту незрівнянно вище. У цьому випадку критерій функціонування досліджуваної системи полягає в забезпеченні надійності автомобілів таким

чином, щоб забезпечити безперебійну роботу рухомого складу і основного виробництва. Теоретично в цьому плані стовідсоткова гарантія недосяжна, але можна забезпечити задану допустиму ймовірність безвідмовної роботи R_d .

Автомобілі мають ряд властивостей, рівень реалізації яких істотно залежить від умов експлуатації. Отже, розглядати автомобіль поза зв'язком з умовами експлуатації не має сенсу. Тому виділимо всередині транспортної системи підсистему "Автомобілі - умови експлуатації" (А-УЕ).

Як зазначається, при функціонуванні зазначеної підсистеми виникає реакція R , спрямована в протилежну сторону (рис. 4.2). Для ефективної роботи транспортної системи необхідно компенсувати цю реакцію, тобто відновлювати підсистему А-УЕ.

При відсутності компенсації або недостатньому її рівні система регресує і переходить в стан відмови. При надмірному відновленні зростають витрати і збільшується собівартість роботи спеціальних автомобілів.



Рис. 4.2. Підсистема Автомобілі-умови експлуатації в транспортній системі

Для того щоб компенсуюча дія відповідало реакції системи, необхідно знати закономірність її зміни в часі T .

$$R = f(T)$$

Існуючі методи розрахунку і нормативні документи не дозволяють встановити цю закономірність з достатньою точністю, так як планування потреби в постах поточного ремонту зазвичай пов'язується не з часом, а з напрацюванням. При переході до календарного планування зазвичай приймається, що $dL/dT = const$.

Багато фахівців і дослідники в своїх висловлюваннях ототожнюють поняття часу і напрацювання, що пов'язано з наявністю у них загальних

властивостей (неповторюваність і незворотність). У той же час не всі властивості збігаються. Так, для часу характерні безперервність, необмеженість і об'єктивність, а напрацювання не має цих властивостей.

Аналіз властивостей часу і напрацювання показує, що умова $dL / dT = const$ в принципі неможлива, тобто $dL / dT = var$. Отже, закономірності зміни показників якості та групової поведінки автомобілів за часом істотно відрізняються від закономірностей зміни цих показників з напрацювання, причому тим більше, чим сильніше змінюються L , і X по T .

Закономірності зміни потоків подій за часом відносяться за класифікацією Захарова Н.С. до закономірностям 6-го типу. У їх число входить і закономірність формування потоку відмов автомобілів.

Для моделювання закономірності формування потоку відмов можна використовувати два підходи. При першому система «Число відмов - час» структурується, потім на основі локальних моделей взаємодії елементів komponується модель системи в цілому. Модель може бути представлена в аналітичному вигляді або як імітаційна. При другому підході зазначена система не розбивається на елементи, а представляється у вигляді «чорного ящика». В якості вхідного параметра використовується час, а вихідного - число відмова. Потім вхід і вихід зв'язуються емпіричними моделями.

До недоліків другого підходу відноситься вузька область використання, тобто неможливість поширення значень параметрів моделей за рамки тих умов, для яких вони належать. Переважаючий і інформативний перший підхід, що дозволяє отримати результат в мінливих умовах.

Закономірності зміни напрацювання і умов експлуатації за часом складаються з трендових, періодичних і випадкових компонент. Враховуючи що

$$\Omega = f(L, T)$$

Можна припустити наявність відповідних компонент в закономірності формування потоку відмов. Відповідно до концепції формування якості автомобілів в процесі експлуатації, в загальному вигляді показник якості включає три складових: постійну (або трендову) Y_C , періодичну Y_T і випадкову

Y_p . Кожна зі складових змінюється за часом відповідно до певними закономірностями.

Аналогічно можна уявити концептуальну модель формування потоку відмов (рис. 4.3).

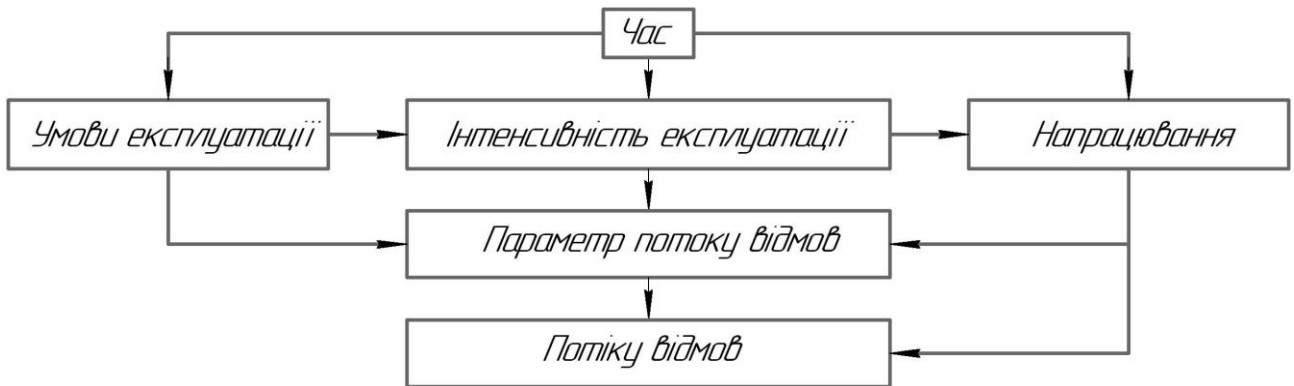


Рис. 4.3 – Схема формування потоку відмов

Тоді потік відмов можна представити в наступному вигляді:

$$\Omega = \Omega_c + \Omega_T + \Omega_p$$

Можна зробити висновок, що для розробки моделі досліджуваної системи в цілому необхідно отримати моделі наступних закономірностей:

- зміни умов експлуатації за часом;
- зміни інтенсивності експлуатації автомобілів за часом;
- збільшення напрацювання в часі;
- впливу напрацювання на параметр потоку відмов;
- впливу умов експлуатації параметр потоку відмов;
- зміни потоку відмов за часом.

Далі в теоретичних дослідженнях висуваються гіпотези про вид математичних моделей цих закономірностей.

Математичні моделі закономірностей зміни умов експлуатації за часом. Будь показник, який змінюється в часі, являє собою динамічний ряд. Відповідно до теорії рядів динаміки кожен такий показник складається з трьох складових - постійної (трендового) X_c , періодичної X_m і випадкової X_p . Отже, в загальному вигляді:

$$X = X_c + X_m + X_p$$

Постійна складова пов'язана з довготривалими змінами умов експлуатації, періодична - з сезонними, а випадкова - з стохастичністю процесу зміни умов експлуатації.

Після заміни періодичної складової гармонійної моделлю отримаємо:

$$X_i = X_C + \sum_{k=1}^g X_k \cos(m(kT_i - T_k)) + X_P$$

Постійна складова дорівнює середньому значенню X за цикл, наприклад, за рік, якщо цикл зміни фактора умов експлуатації дорівнює року. Річний цикл характерний для кліматичних умов експлуатації. Випадкова складова розподілена по певним законом з математичним очікуванням, рівним нулю, і середнім квадратичним відхиленням σ_X .

Сезонний фактор - такий фактор, періодична компонента X_m , якого істотно змінюється в часі. З останньої моделі отримаємо

$$X_i = \sum_{k=1}^g X_k \cos(m(kT_i - T_k))$$

4.2 Методика збору даних про сезонні фактори

Джерела інформації при визначенні значень факторів приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Джерела інформації при зборі даних про сезонні фактори

Найменування фактора	Найменування показника фактора	Позначення	Розмірність	Джерело отримання інформації про значенні показника
<u>Кліматичні чинники</u>				
Температура	Середня місячна температура	t	°C	https://meteo.gov.ua/ https://www.gismeteo.ua/ua/ https://www.meteoprog.ua/ua/
Опади	Кількість днів з опадами за місяць	N	мм	
	Частка днів з опадами за місяць	D	-	D=N/Nmic
	Середня кількість опадів за місяць	h	мм	https://meteo.gov.ua/ https://www.gismeteo.ua/ua/ https://www.meteoprog.ua/ua/
Швидкість вітру	Середньомісячна швидкість вітру	V	м/с	
Вологість повітря	Середня місячна відносна вологість	B	%	
Сонячна радіація	Середня місячна інтегральна поверхнева	R	Вт/м ²	Статистичні параметри кліматичних факторів для технічних цілей.

	щільність потоку сумарного сонячного випромінювання			http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/otsinka-vplyvu-klimatichnih-zmin-close.pdf
	Енергетична експозиція прямого сонячного випромінювання	E	МДж/м ²	
<u>Дорожні умови</u>				
Стан дорожнього покриття	Коефіцієнт опору коченню	f	-	Згідно діючої методики
<u>Транспортні умови</u>				
Швидкість руху	Середня технічна швидкість руху	V _T	км/год	Статистичні дані
Інтенсивність експлуатації	Середній добовий пробіг	L	км	Статистичні дані

Дані про фактичні температури в містах України отримані за кілька років та заносилися в таблиці. Одна таблиця вміщує дані за рік. Форма таблиці наведена нижче (табл. 4.2).

На основі зібраних даних створена база даних про температуру повітря в форматі «.xls». Крім того, створена система управління базою даних. Вона написана у вигляді макросу для Microsoft Excel.

Таблиця 4.2 – Форма таблиці для збору даних про температуру повітря

Дні місяця	Значення температури, °С, по місяцям					
	1	2	3	...	11	12
1.	-9,1	-16,7	-5,9	...	2,2	
2.	-10,5	-22,1	-9,7	...	5,6	-8,7
4.	-7,4	-27,7	-9,8	...	0,7	-5,9
4.	-12	-28,7	-6,4	...	-0,8	-7,6
...
28.	-9,4	-2,4	-5,5	...	-0,9	-10,1
29.	-17,9	-4,3	-5,4	...	1,2	-9,9
30.	-17,9		-2,5	...	0,5	-9,8
31.	-19,4		-0,4	...	-0,8	-12,6

4.3 Методика збору даних про відмови автомобілів і їх елементів

Дані про відмови збиралися в восьми підприємствах України. Отримано дані про кількість відмов автомобілів за 2016... 2021 роки.

Відмови розподілені по агрегатам.

Дані по відмовах виписувалися з журналу обліку поточного ремонту, який заповнює майстер зони поточного ремонту.

Для розрахунку параметра потоку відмов потрібен пробіг автомобілів за місяць. Дані про інтенсивність експлуатації (про пробігах автомобілів) отримані у відділі експлуатації. Пробіги автомобілів вираховуються на ПК.

Вони вводяться в пам'ять ПК при обробці шляхових листів. Для отримання даних про пробігах дані виводяться на екран ПК або друкуються на принтері.

Середній параметр потоку відмов за місяць розраховується

$$\omega = \frac{N_{\text{відмов}}}{L_{\text{заг}}}$$

4.4 Методика обробки результатів експериментальних досліджень

Для вирішення завдань експериментальних досліджень необхідно провести статистичну обробку вибірок. На основі отриманих результатів потрібно встановити емпіричні закони розподілу і перевірити гіпотези про вид законів розподілу.

Функція (інтегральна функція) розподілу $F(x)$ – математична модель залежності між значеннями варіативної ознаки і відповідними їм ймовірностями. Служить для апроксимації емпіричних розподілів.

Диференціальна функція (закон) розподілу $f(x)$ – щільність функції розподілу.

Для побудови функції розподілу необхідно:

- отримати емпіричне розподіл шляхом угруповання і первинної обробки статистичної вибірки;
- на основі апріорної інформації або по вигляду гістограми вибрати закон розподілу;
- розрахувати параметри закону розподілу;
- перевірити відповідність теоретичного закону емпіричному.

Для отримання емпіричного розподілу з статистичної вибірки знаходять мінімальне і максимальне значення. потім визначають число інтервалів

гістограми розподілу. Зазвичай їх число становить 5 ... 11. Далі визначають межі інтервалів і число влучень реалізацій випадкової величини в кожен інтервал. Відносна частота влучень розраховується як відношення числа влучень в даний інтервал до обсягу вибірки. Для розрахунку емпіричної функції розподілу відносну частоту необхідно розділити на довжину інтервалу.

Для оцінки відповідності емпіричного розподілу заданої теоретичного використовується критерій Пірсона, який розраховується за наступною формулою:

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^N \frac{[f_{\text{емп}}^{(i)} - f_{\text{теор}}^{(i)}]^2 \cdot h_i}{f_{\text{теор}}^{(i)}}$$

Значення χ^2 не повинно перевищувати табличне, з певною ймовірністю. Розрахунки виконувалися за програмою «REGRESS 2.5».

Для вирішення завдань експериментальних досліджень використовувалася гармонійна модель виду:

$$Y_i = Y_0 + \sum_{k=1}^g A_{Yk} \cos(m(kT_i - T_{0k}))$$

Параметри моделі розраховуються за формулами:

$$m = \frac{360}{n};$$

$$Y_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i;$$

$$A_{Yk} = \sqrt{a_k^2 + b_k^2};$$

$$T_{0k} = \frac{b_k}{a_k};$$

$$a_k = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i \cdot \cos(k \cdot m \cdot T_i));$$

$$b_k = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i \cdot \sin(k \cdot m \cdot T_i));$$

Для оцінки адекватності моделі експериментальним даним можна використовувати критерій Фішера F і середню похибку апроксимації E .

При оцінці адекватності такої моделі, при прогнозуванні з її використанням і визначенні інтервалів виникає ряд проблем, для подолання яких запропоновано гармонійну модель конвертувати в лінійну шляхом заміни змінних:

$$Y_i = Y_0 + \sum_{k=1}^g A_{Yk} \cdot z_k, \quad z_k = \cos(m(kT_i - T_{0k}))$$

Після цього перетворення з'являється можливість використовувати апарат кореляційно-регресійного аналізу, що істотно полегшує вирішення зазначених вище проблем.

Описаний підхід реалізований в програмах «TIME» і «REGRESS 2.5 ». Гармонійний аналіз змін факторів сезонний проводився в наступній послідовності (рис. 4.4):

- спочатку результати експерименту представлялися в графічному вигляді, і проводилася попередня оцінка ступеня зміни фактора;
- потім дані апроксимувались гармонійною моделлю;
- далі оцінювався внесок гармонік в зміну фактора;
- гармоніки лінеарізовані, що дозволяло оцінити значимість кожної з них.

При вирішенні експериментальних досліджень використовувався апарат кореляційно-регресійного аналізу.

При встановленні впливу факторів умов експлуатації на параметр потоку відмов вибиралося рівняння регресії, розраховувалися його параметри і статистичні характеристики з використанням програми «INGRESS».

Тіснота парних кореляційних зв'язків між факторами і функціями відгуку оцінювалася за величиною коефіцієнтів парної кореляції r .

Значимість коефіцієнтів кореляції перевірялася за критерієм Стюдента. Кореляційний зв'язок вважалася значущим, якщо виконувалося умова:

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \geq t_p$$

Адекватність математичних моделей оцінювалася за критерієм Фішера і середньою похибкою апроксимації $\bar{\epsilon}$. Модель вважалася адекватною, якщо виконувалася умова:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{\text{зал}}^2} \geq F_p$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_{pi}|}{y_i} 100\%$$

Модель вважається адекватною, якщо середня похибка апроксимації перевищує 12 ... 15%.

Далі оцінюється вплив факторів на функцію відгуку. Для цього розраховуються коефіцієнти еластичності і коефіцієнти впливу. Коефіцієнт еластичності λ показує, на скільки відсотків зміниться значення результуючої ознаки зі зміною одного фактора на 1% при фіксованих значеннях інших, і визначається по формулі:

$$\lambda_j = a_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}$$

Відносне вплив j -го фактору на результуючий ознака при зміні цього фактора від мінімуму до максимуму показує коефіцієнт впливу P , який розраховується за формулою:

$$\beta_j = a_j \frac{\sigma_{\bar{x}_j}}{\sigma_{\bar{y}}}$$

4.5 Результати експериментальних досліджень

Закономірності зміни сезонних чинників за часом. Аналіз отриманих результатів показав, що:

- 1 - всі розглянуті фактори циклічно змінюються протягом року;
- 2 - зміна факторів у часі з достатньою точністю описується гармонійними моделями;
- 3 - найбільш значима в усіх випадках перша гармоніка (з періодом 1 рік), істотно нижче вплив другої гармоніки (з періодом 2 роки), вплив інших гармонік статистично значимо.

Температура повітря, °C

$$t = 2.1 + 15.5 \cdot \cos(30(T - 6.9)).$$

Частка днів з опадами

$$D = 0.42 + 0.06 \cdot \cos(30(T - 10.1)) + 0.04 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 1.0))$$

Опади, мм

$$h = 34.8 + 29.7 \cdot \cos(30(T - 7.6))$$

Швидкість вітру, м/с

$$V = 4.3 + 0.33 \cdot \cos(30(T - 1.5)) + 0.39 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 8.7))$$

Відносна вологість, %

$$B = 64.9 + 14.9 \cdot \cos(30(T - 11.7)) + 2.2 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 2.2))$$

Середня місячна інтегральна поверхнева густина потоку сумарного сонячного випромінювання, Вт / м²

$$R = 583 + 283 \cdot \cos(30(T - 6.2))$$

Енергетична експозиція прямого сонячного випромінювання, МДж/м²

$$E = 399 + 170 \cdot \cos(30(T - 6,2)) + 36 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 6,1))$$

Коефіцієнт опору кочення:

$$f = 0.039 + 0.008 \cdot \cos(30(T - 8.1)) + 0.004 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 10,2))$$

Середня технічна швидкість автомобіля, км/год

$$V_m = 34.6 + 4.4 \cdot \cos(30(T - 2.2))$$

Середній добовий пробіг автомобіля, км

$$L = 270 + 27.8 \cdot \cos(30(T - 2.4))$$

4.6 Практичне використання результатів досліджень

На основі виконаних досліджень отримані наступні результати:

- встановлені закономірності формування потоку відмов автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації;
- виявлені сезонні чинники, що впливають на потік відмов автомобілів і їх елементів;
- встановлені закономірності впливу цих факторів на потік відмов автомобілів і розроблені математичні моделі для їх опису.

Отримані результати дозволяють розробити методику коригування розрахункового числа постів ПР з урахуванням сезонної варіації умов та

інтенсивності експлуатації, використання якої дозволяє зменшити простої автомобілів в очікуванні ремонту, що знижує втрати прибутку.

Закономірності впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов елементів автомобілів дозволяють планувати потребу в оборотних агрегатах.

Усунення відмов в зоні ПР - стохастичний процес. Роботу зони ПР можна уявити як систему масового обслуговування (СМО).

При цьому потік відмов - вхідний потік СМО (рис. 4.4).

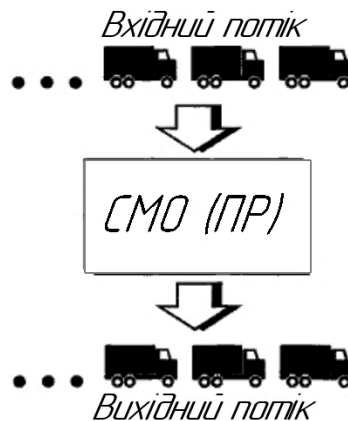


Рис.4.4. Зона поточного ремонту автомобілів як система масового обслуговування

При розрахунках вхідного потоку і визначенні числа постів ПР використовуються два підходи - детермінований і стохастичний. При детермінованому розрахунку виконуються на основі середніх значень основних факторів. При цьому для забезпечення достатньої продуктивності зони ПР базове число постів коригується за допомогою визначених коефіцієнтів. Зокрема, нестационарність потоку відмов враховується коефіцієнтом нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР. У відомих методиках цей коефіцієнт зв'язується тільки з розміром парку автомобілів, але не враховує сезонну нерівномірність.

Отримані закономірності дозволяють використовувати обидва підходи до моделювання потоку відмов автомобілів.

Стохастичний підхід передбачає створення складної імітаційної моделі, яка не буде використовуватися на практиці. У той же час він дозволяє врахувати випадковість процесу надходження відмов з урахуванням різних чинників.

Трохи менш точний, але більш простий детермінований підхід. Він передбачає розрахунок показників потоку відмов по усереднених значень.

Від того, наскільки великий інтервал часу, за який усереднюються значення факторів, і відповідно, параметрів потоку, залежить точність розрахунку.

$$\Omega = \Omega_C + \Omega_T + \Omega_P$$

У даній роботі в якості обмеження прийнято, що необхідне число постів ПР змінюється пропорційно потоку відмов. При розрахунку середнього числа постів Ω_C використовується відома методика, потім число постів коригується з урахуванням сезонної нерівномірності потоку відмов Ω_T . Випадкова компонента Ω_P враховується за допомогою коефіцієнта нерівномірності, залежить від числа автомобілів в парку.

Відповідно до методики число постів ПР розраховується за формулою:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ПР.Р}}^{(\Pi)} \cdot \varphi \cdot K_{\text{ПР}}}{D_{\text{роб.р.}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_{\Pi} \cdot P_{\Pi}}$$

Відповідно до прийнятої в розділі 2 концепцією представимо постійну компоненту числа постів ПР наступним чином:

$$X_{\text{ПР.с}} = \frac{T_{\text{ПР.Р}}^{(\Pi)} \cdot K_{\text{ПР}}}{D_{\text{роб.р.}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_{\Pi} \cdot P_{\Pi}}$$

Для обліку нерівномірності потоку відмов з урахуванням двох основних причин нерівномірності представимо коефіцієнт нерівномірності як твір двох коефіцієнтів:

$$\varphi = \varphi' \cdot \varphi''$$

Для використання такої методики на практиці необхідно розрахувати значення.

Проведені дослідження показали, що сезонна нерівномірність потоку відмов пов'язана з варіацією інтенсивності і умов експлуатації.

Тому необхідно розрахувати значення φ'' для типових випадків зміни протягом року інтенсивності експлуатації, а також температури повітря і частки днів з опадами.

Таблиця 4.4 – Розрахунок коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости поточного ремонту

Місяць	$t, ^\circ\text{C}$	D	l , тис. км/міс.	$\omega = f(t, D)$	$\Delta L = l \cdot \Delta T$	$\Omega_i = \omega \cdot \Delta L$	$\varphi^{//} = \frac{\Omega_i}{\Omega_{\text{ср}}}$
Січень	-14	0,45	3,89	0,109	3,89	0,422	1,42
Лютий	-12	0,35	3,51	0,077	3,51	0,270	0,91
Березень	-4	0,39	4,29	0,079	4,29	0,341	1,14
Квітень	3	0,29	3,87	0,058	3,87	0,226	0,76
Травень	10	0,35	2,53	0,069	2,53	0,173	0,58
Червень	16	0,41	2,6	0,086	2,6	0,225	0,76
Липень	18	0,49	2,65	0,122	2,65	0,323	1,09
Серпень	15	0,4	2,75	0,083	2,75	0,228	0,76
Вересень	9	0,44	3,22	0,094	3,22	0,301	1,01
Жовтень	1	0,45	3,24	0,098	3,24	0,316	1,06
Листопад	-6	0,44	2,57	0,097	2,57	0,249	0,84
Грудень	-11	0,54	3,13	0,159	3,13	0,498	1,67
Всього					38,25	3,573	
Середнє				0,094	3,18	0,298	1,00

Типові закономірності зміни інтенсивності експлуатації встановлені дослідженнями з Довбнею Б.Є. характерними є закономірності для автотранспортних підприємств:

- загального призначення;
- виконують сільськогосподарські;
- обслуговуючих об'єкти нафтогазовидобувної промисловості.

Виходячи зі значень факторів сезонних умов і інтенсивностей експлуатації, по детермінованій моделі потоку відмов, описаній в розділі 2.11, розраховані значення коефіцієнта сезонної нерівномірності $\varphi^{//}$. Приклад розрахунку наведено в табл. 4.1. Рекомендовані значення коефіцієнта нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР для різних кліматичних регіонів та специфіки роботи АТП наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Рекомендовані значення коефіцієнта нерівномірності надходження автомобілів в зону ТР для різних кліматичних регіонів і специфіки роботи АТП

Специфіка роботи АТП	Коефіцієнти нерівномірності для кліматичних регіонів		
	Помірний	Холодний	Дуже холодний
АТП загального призначення	1,2	1,25	1,3

Сільськогосподарські перевезення	1,4	1,35	1,3
Обслуговування об'єктів нафтогазовидобувної промисловості	1,8	1,85	1,9

Оцінка ефективності результатів досліджень. В роботі встановлено закономірність зміни потоку відмов автомобілів в залежності від сезону року.

Для практичного використання результатів розрахований коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР, за допомогою якого збільшується розрахункова кількість постів ПР для виключення простоїв автомобілів в очікуванні ремонту.

Діюча методика розрахунку передбачає використання коефіцієнта нерівномірності в межах від 1,2 до 1,5.

При збільшенні кількості постів відповідно до пропонованих рекомендацій час простоїв зменшиться на величину dT .

$$d\Pi = dT \cdot \Pi_r$$

При збільшенні постів ПР на 25% можна зменшити простої техніки в очікуванні ремонту. Обґрунтуванням збільшення кількості постів ПР може служити розрахунок необхідної кількості постів із застосуванням коефіцієнтів нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР до впровадження і після впровадження. Розрахунок показав, що необхідно розширити зону ПР на 3 поста. Для цього необхідно розрахувати витрати на установку постів ПР, і порівняти їх з прибутком, одержуваної від зменшення простоїв автомобілів в очікуванні ремонту.

Порівнюючи витрати на збільшення постів ПР і прибуток від зменшення простоїв, можна побачити, що для підприємства вигідно розширення зони ПР. Для даного прикладу термін окупності дорівнює 0,51 року, тобто приблизно 6 місяців

Таблиця 4.6 – Розрахункове значення коефіцієнта нерівномірності

Місяць	Значення коефіцієнта φ		Різниця	Різниця, %
	до впровадження	після впровадження		
1	2	3	4	5
Січень	1,5	1,65	-0,15	10
Лютий	1,5	1,58	-0,08	5
Березень	1,5	1,13	0,37	
Квітень	1,5	1,02	0,48	
Травень	1,5	0,97	0,53	
Червень	1,5	0,63	0,87	
Липень	1,5	0,77	0,73	
Серпень	1,5	0,47	1,03	
Вересень	1,5	0,26	1,24	
Жовтень	1,5	0,88	0,62	
Листопад	1,5	1,61	-0,11	7
Грудень	1,5	1,82	-0,32	21

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розрахунок контурного заземлення

Як заземлення використовуємо нульові дроти.

Приймаємо: довжина вертикального заземлення $\ell_B = 3$ м; діаметр вертикального заземлення $d_3 = 0,04$ м; довжина горизонтального заземлення $d_T = 0,03$ м; глибина приєднання верхнього краю вертикального заземлення $h_B = 0,8$ м.

Визначаємо питомий опір суцільного ґрунту $\rho = 150$ Ом/м².

Допустимий опір $R_D = 10$ Ом.

Визначаємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача, м:

$$t = h_B + \frac{\ell_B}{2} = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м} \quad (5.1)$$

Визначаємо опір розтіканню струму для одиночного поглибленого вертикального заземлювача:

$$R_{в.о} = 0,336 \cdot \frac{\rho}{\ell_B} \cdot \left(\lg \cdot \frac{2 \cdot 3}{0,04} + 0,5 \lg \cdot \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 39,03 \text{ Ом} \quad (5.2)$$

Визначаємо число вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування (округляється до цілого значення у бік збільшення):

$$n_B = \frac{R_{в.о}}{R_D} = \frac{39,03}{10} = 3,9 \text{ шт} \quad (5.3)$$

Приймаємо $n_B = 4$ шт.

Для поглиблення стаціонарних заземлювачів визначаємо коефіцієнт екранування окремо для вертикальних і горизонтального $r_{э.в} = 0,69$, $r_{э.г} = 0,45$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування $r_{э.в}$ (округляється у бік збільшення до цілого значення):

$$n_B = \frac{R_{в.о}}{R_D \cdot r_{э.в}} = \frac{39,03}{10 \cdot 0,69} = 5,66 \text{ шт.} \quad (5.4)$$

Приймаємо $n_B = 6$ штук.

Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму всіх вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_B = \frac{R_{B.0}}{n_B \cdot \Gamma_{Э.В}} = \frac{39,03}{6 \cdot 0,69} = 9,43 \text{ Ом} \quad (5.5)$$

Визначаємо довжину горизонтального сполучного заземлювача при контурному заземленні:

$$\ell_\Gamma = 2 \cdot (L + B) = 2 \cdot (18 + 48) = 132 \text{ м.} \quad (5.6)$$

де L і B – відповідно довжина і ширина об'єкту, м, що захищається.

Визначаємо опір розтіканню струму в горизонтальному сполучному заземлювачі з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_\Gamma = 0,366 \cdot \frac{\rho}{\ell_z \cdot r_{зз}} \cdot \lg \frac{2 \cdot \ell_z^2}{d_z \cdot h_g} = 0,366 \cdot \frac{150}{132 \cdot 0,45} \cdot \lg \frac{2 \cdot 132^2}{0,03 \cdot 0,8} = 7,08 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

Визначаємо загальний розрахунковий опір розтіканню струму в заземлюючому контурі:

$$R_K = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_\Gamma + R_B} = \frac{9,43 \cdot 3,91}{3,91 + 9,43} = 2,76 \text{ Ом} \quad (5.8)$$

Розрахунковий опір контура $R_K = 2,76 \text{ Ом}$, що менше допустимого опору контуру $R_d = 10 \text{ Ом}$, значить розрахунок проведений правильно.

5.2 Безпека при роботі на проектованій установці

Пристосування для розточування гальмівної стрічки встановлюється на токарно-гвинторізному верстаті. Тому при експлуатації пристосування необхідно дотримувати правила техніки безпеки такі ж, як і при виконанні верстатних робіт.

Токарно-гвинторізний верстат є споживачем електроенергії. При роботі необхідно виконувати елементарні правила електробезпеки: верстат повинен бути заземлений, на робочому місці обов'язково необхідний електроізоляційний матеріал (гума або сухе дерево), проводка повинна бути в справному стані і заізольована.

Робітникам необхідно мати спецодяг, захисні окуляри. Спецодяг повинен бути заправлений, і не мати звисаючих частин. Обов'язково наявність

нарукавників. Для виконання даних робіт робітники повинні мати відповідну кваліфікацію.

Верстат повинен стояти на бетонному фундаменті, мати достатнє освітлення, захисний щит.

Необхідно перевіряти правильність установки пристосування в шпindelь верстата. Перед включенням верстата переконайтеся у відсутності ключа в шпindelі.

5.3 Аналіз стихійних сил природи

Аварія — це порушення нормальної роботи певного механізму, що призводить до значних ушкоджень, знищення матеріальних цінностей, ураження і загибелі людей. *Катастрофа* — це аварія значних масштабів з трагічними наслідками.

Небезпечними наслідками великих аварій є пожежі та вибухи. Вибухають під великим тиском котли, балони, трубопроводи на промислових підприємствах, вугільний пил і газ у шахтах, пара лакофарбових речовин на меблевих і деревообробних підприємствах. На об'єктах нафтової, хімічної і газової промисловості аварію спричинюють загазованість атмосфери, розливання

нафтопродуктів, агресивних рідин та сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Найнебезпечніші аварії можуть виникнути на підприємствах, які виробляють, використовують або зберігають сильнодіючі отруйні, вибухо- і вогнебезпечні речовини і матеріали. Це підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної та інших споріднених галузей промисловості; підприємства, що мають холодильні установки, в яких використовується аміак; це також залізничні станції, на яких є колії відстою рухомого складу зі СДОР; це склади і бази із запасами отрутохімікатів.

Здебільшого аварії виникають через: порушення технології виробництва, правил експлуатації обладнання, машин і механізмів; низьку трудову і технологічну дисципліну; недотримання заходів безпеки; незадовільне

впровадження прогресивних систем пожежегасіння: відсутність належного нагляду за станом обладнання, а також через стихійні лиха.

Стихійні дії сил природи, поки ще не повною мірою підлеглі людині, наносять економіці держави і населенню величезний збиток. Надзвичайні ситуації - стихійні лиха - такі явища природи, які викликають екстремальні ситуації, порушують нормальну життєдіяльність людей і роботу об'єктів. Найбільш характерні стихійні лиха для різних географічних районів нашої країни - землетрусу, повені, селеві потоки і зсуви, сніжні лавини, бури й урагани, пожежі. Стихійні лиха виникають раптово і носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будинки і спорудження, знищувати цінності, порушувати процеси виробництва, викликати загибель людей і тварин. По характеру свого впливу на об'єкти окремі явища природи можуть бути аналогічні впливу деяких вражаючих факторів ядерного вибуху й інших засобів нападу супротивника. У сучасному світі, при сучасній екології дуже часто приходиться очікувати надзвичайних ситуацій саме з боку природи, а не сторони країни нападаючого супротивника. Самим наочним прикладом служить надзвичайна природна ситуація - повінь у наслідку землетрусу в океані і цунамі, що відбулося в країнах Південної та Південно – Східної Азії, що забрало сотні тисяч життів.

Ціль даної роботи - розглянути найбільш часто виникаючі надзвичайні ситуації, дати їм коротку характеристику і розглянути основні способи захисту населення при виникненні подібних ситуацій.

Попередити землетрус неможливо, проте випадку оповіщення про загрозу землетрусу чи появи його ознаки слід діяти швидко, але спокійно, впевнено і без паніки.

При завчасному попередженні про загрозу землетрусу, перш ніж залишити квартиру (дім), необхідно вимкнути нагрівальні пристрої і газ, якщо топилася піч - загасити її; після цього слід одягти дітей, старих, одягтися самому, взяти необхідні речі, невеликий запас продуктів харчування, медикаменти, документи і вийти на вулицю. На вулиці слід якомога швидше відійти від будівель і споруд у напрямку площ, широких вулиць, скверів, спортивних майданчиків, незабудованих ділянок, суворо дотримуючись

встановленого громадського порядку.

Якщо землетрус почався раптово, коли зібратися і вийти з квартири (будинку) виявляється неможливим, необхідно зайняти місце (встати) у дверному чи віконному прорізі, а як тільки стихнуть перші поштовхи землетрусу - швидко вийти на вулицю.

У подальшому необхідно діяти згідно з обстановкою, що склалася, виконувати всі розпорядження органів управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення.

З отриманням штормового попередження слід негайно вдатися до проведення запобіжних робіт: зміцнити слабкі конструкції зачинити двері, приміщення на горищі, слухові вікна, вентиляційні отвори. Великі вікна і вітрини необхідно оббити дошками. Шибки заклеїти смужками паперу або тканини. Двері і вікна з підвітряної сторони залишити відчиненими, щоб урівноважити внутрішній тиск у будівлі. З дахів, балконів, лоджій прибрати предмети, які при падінні можуть заподіяти людям травмувань.

Якщо є можливість і необхідність, треба вимкнути комунальні енергетичні мережі, відкрити допоміжні люки для пропускання води. З легких споруд людей перевести у міцніші будівлі або укрити в захисних спорудах ЦО.

Необхідно припинити зовнішні роботи, запаситися електричними ліхтарями, газовими лампами, свічками. Доцільно створити запаси води на 2-3 доби, підготувати похідні плити, примуси, не забути запаситися продуктами харчування і медикаментами, особливо перев'язочними матеріалами; радіоприймачі і телевізори тримати постійно ввімкненими.

Перебуваючи у будинку, слід остерігатися поранень уламками скла, що розлітається. Для цього треба відійти від вікон і встати

впритул до простінку. Можна використовувати також міцні меблі. Найбезпечнішим місцем є сховища ЦО, підвали або внутрішні приміщення перших поверхів цегляних і кам'яних будинків. І можна виходити на вулицю одразу ж після послаблення вітру тому що через кілька хвилин порив може повторитися. Якщо все-таки необхідно, треба триматися подалі від будівель і споруд високих парканів, стовпів, дерев, щогл, опор, проводів.

Заборонено знаходитися на шляхопроводах, наближатися , місць

зберігання легкозаймистих або сильнодіючих отруйних речовин.

Слід пам'ятати, що найчастіше в таких умовах люди зазнають травмувань від уламів скла, шиферу, черепиці, покрівельного заліза, зірваних шляхових знаків, від деталей оздоблень фасадів і карниз від предметів, що зберігають на балконах і лоджіях.

Якщо ураган (смерч) застав вас на відкритій місцевості, ліпше за все сховатися у канапі, ямі, яру, будь-якій виїмці: лягти дно заглиблення і щільно притулитися до землі. Перебувати пошкодженій будівлі небезпечно - вона може обвалитися і новим натиском вітру.

Особливо слід остерігатися розірваних електропроводів виключена імовірність того, що вони під напругою.

Ураган (смерч) може супроводжуватися грозою (буреї Ухиляйтесь від ситуацій, при яких збільшується ймовірність ураження блискавкою: не укривайтеся під деревами, які сто, окремо; не підходьте до ліній електропередач і т. п.

Головна умова – це не піддаватися паніці. Діяти грамотні свідомо, утримуватися від нерозумних вчинків, надавати допомогу, потерпілим.

Зимові прояви стихійних сил природи нерідко виявляються у снігових заметах внаслідок снігопадів і хуртовин. Снігопади, тривалість яких може бути від 16 до 24 годин, дуже впливають на господарську діяльність населення, особливо з наступним різким похолоданням (сильний мороз) або потеплінням (швидке танення снігу або ожеледь).

Негативний вплив цих явищ призводить до того, що різко погіршується видимість, переривається транспортне сполучення як внутрішньоміське, так і міжміське. Випадання снігу з дощем при зниженій температурі повітря і ураганному вітрі створює умови для зледеніння ліній електропередач, зв'язку, контактних мереж електротранспорту, а також покрівель будівель, різного роду опор і конструкцій, що нерідко викликає їх руйнування.

Особливу небезпеку снігові замети створюють для людей, захоплених у дорозі, далеко від людського житла. Заметені снігом дороги, втрата видимості викликають повну дезорієнтацію на місцевості.

З оголошенням штормового попередження необхідно обмежити

пересування, особливо на власному транспорті. Під час руху па автомобілі не варто намагатися подолати снігові замети, необхідно зупинитися, повністю закрити жалюзі машини, укрити двигун зі сторони радіатора. Якщо є можливість, автомобіль треба встановити двигуном у навітряний бік. Періодично треба виходити із автомобіля, розгрібати сніг, щоб не опинитися похованим під снігом. Крім того, не занесений снігом автомобіль - гарний орієнтир для пошукової групи. При прогріванні автомобіля важливо не допускати затікання в кабінку (кузов, салон) вихлопних газів; з цією метою важливо слідкувати, щоб вихлопна труба не завалювалася снігом.

Якщо у дорозі разом опинилося декілька чоловік (на декількох автомобілях), доцільно зібратися разом і використати один автомобіль як укриття.

У жодному разі не можна залишати укриття - автомобіль: у сильний снігопад (хуртовину) орієнтири, які здавалися надійними з першого погляду, через декілька десятків метрів можуть бути загублені.

Під час ожеледі пересування пішоходів ускладнюється, обвалення різних конструкцій і предметів під навантаженням стає реальною загрозою для людей (травматизм). Слід уникати перебування у старих будівлях, під лініями електропередач і зв'язку та поблизу їх опор, під деревами.

Звичайно зсув починається не раптово. Спочатку з'являються щілини у ґрунті, розколини доріг і берегових укріплень, зміщуються будівлі, споруди, дерева, опори ліній електропередач і зв'язку, руйнуються підземні комунікації, а далі виникає повне руйнування будинків і споруд, що може призвести до загрози здоров'ю і життю людей.

Перш за все, треба пильно стежити за оповіщенням щодо умов проходження зсуву та небезпеки для людей, що відбувається, як слід діяти, що необхідно зробити вдома, на подвір'ї.

Необхідно знати телефони управління з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту населення (відділу з питань НС і ЦЗ, штабу ІДО), підготуватися до можливої евакуації з місця зсуву та вивозу матеріальних цінностей.

Залишаючи приміщення, слід загасити вогонь, перекрити газові крани,

вимкнути світло і електроприлади. Це допоможе відвернути виникнення пожежі.

Надати потерпілим першу допомогу, вивести свою сім'ю (сусідів та інших людей) у безпечну зону, взяті при можливості участь у локалізації і ліквідації осередків виникнення пожеж, огороженні небезпечних ділянок, виставленні спеціальних попереджувальних знаків, відключенні комунальних енергетичних систем. У подальшому діяти за вказівками органів управління з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту населення.

При отриманні попередження про загрозу затоплення внаслідок виходу з русел великих та малих річок або внаслідок руйнування гребель водосховищ і виникнення катастрофічного затоплення слід дотримуватися встановленого порядку, без зволікання вийти у безпечні та підвищені місця. При рятувальних роботах необхідно проявляти витримку і самовладання, суворо дотримуватись вимог рятувальників. Не можна переповнювати рятувальні засоби (катери, човни, плоту і т. д.), оскільки це загрожує безпеці рятувальників і тих, хто підлягає врятуванню.

Потрапивши у воду, слід скинути із себе важкий одяг і взуття, відшукати поблизу плаваючі чи підвищені над водою предмети, скористатися ними до отримання допомоги.

Якщо є час, то необхідно вжити заходи щодо рятування майна і матеріальних цінностей: перенести їх у безпечні місця, а самим зайняти верхні поверхи (горища, дахи будинків).

При достатньому часі попередження паводку здійснюються заходи щодо підготовки і проведення завчасної евакуації населення і сільськогосподарських тварин, щодо вивозу матеріальних цінностей з районів можливого затоплення, про що оголошується спеціальним розпорядженням місцевих державних адміністрацій. Про початок і порядок евакуації населення оповіщається з використанням місцевих радіотрансляційних мереж і телебачення, через адміністрацію суб'єктів господарювання повідомляються місця розгортання збірних евакуаційних пунктів, строки прибуття на ці пункти., маршрути руху під час евакуації пішим порядком, а також інші відомості, що співвідносяться з місцевою обстановкою, очікуваним масштабом лиха, часом його упередження.

За наявності достатнього часу, населення із небезпечних районів евакуюються разом з майном. З цією метою кожній родині надається автомобільний чи інший транспорт із зазначенням його подачі.

У випадку раптових паводків попередження населення проводиться всіма наявними технічними засобами оповіщення, з поміж яких - гучномовці і пересувні установки.

Раптовість виникнення повені викликає необхідність особливих дій і поведінки населення.

Якщо люди, що проживають у населеному пункті, спостерігають підйом води на першому поверсі чи інших поверхах і на вулиці, необхідно залишити квартиру, піднятися на верхні поверхи; якщо будинок одноповерховий - зайняти приміщення на горищах. При перебуванні на роботі згідно з розпорядженням адміністрації суб'єкта господарювання слід дотримуватися встановленого порядку, зайняти підвищені місця. Перебуваючи у полі при раптовому затопленні, слід зайняти підвищені місця або дерева, використати різного роду плаваючі засоби, що є під рукою або збудувати їх з колод, дошок, автомобільних камер, бочок, бідонів та інших підручних матеріалів, які легші за воду.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Запропоновані заходи щодо організації ремонту дозволяють понизити собівартість і отримати річний економічний ефект в 48122,1 грн.

Додаткові капіталовкладення окупаються за 1,87 роки.

Конструкторська розробка дозволяє механізувати процес розточування гальмівних стрічок безпосередньо на підприємстві і дає річний економічний ефект 38,6 грн.

Додаткові капіталовкладення на виготовлення пристосування окупаються за 3,15 роки.

Таким чином, експериментальні дослідження підтвердили гіпотези про вид математичних моделей, Крім того, на основі експерименту визначено чисельні значення параметрів цих моделей.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.

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

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

4. Вплив силових параметрів керованої підвіски на стійкість руху КТЗ вздовж криволінійної ділянки / Б. І. Сокіл, О. Л. Ляшук, Р. В. Хорошун, М. Б. Сокіл // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 183-186.

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

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

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

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

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

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

11. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.

12. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.

13. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.

14. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я.,

Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.

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

16. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

17. Андрусенко С.І. Організація фірмового обслуговування : Навч. пос. – К.:ІЗМН, 1996.-216с.

18. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

19. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни«Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

20. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

21. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.

22. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.

23. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

24. ДНАОП 0.00-1.28-97 «Правила охорони труда на автомобильном транспорте». Государственный автотранспортный научно-исследовательский и проектный институт. – К.: Основа, 2003.-336 с.