

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)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для ремонту маятникового важеля
LA 2101-3003080-00 з дослідженням радіусів автомобільного колеса та
характеристики пружності підвіски.*

Виконав: студент VI курсу, групи МАмз-61

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Василик В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гупка А.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., доц., О.Л.Ляшук

«16» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Василику Володимиру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту маятникового важеля LA 2101-3003080-00 з дослідженням радіусів автомобільного колеса та характеристики пружності підвіски.

Керівник роботи _____

Гупка Андрій Богданович к.т.н., старший викладач

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

Затверджені наказом по університету від «16» вересня 2019 року № 4/7 – 810

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

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

Маятниковий важіль – А1; Карта дефектовки вісі маятникового важеля – А1;

Характеристика матеріалів – А1; Схема виготовлення ступінчастих втулок – А1;

Технологічний процес ремонту – А1; Стадії пресування ступінчастих втулок – А1;

Результати експериментальних досліджень – 2А1; Графік залежності зміни лінійної

швидкості від навантаження за різних перешкод – А1; Планування дільниці для

ремонтну маятникового важеля – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>доцент Гудь В.З.</i>		
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Ляшук О.Л.</i>		
<i>Охорони праці</i>	<i>доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладача Клепчика В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>доцент Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 16.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>26.09.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>09.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія.</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент

_____ (підпис)

Василик В.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гупка А.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для ремонту маятникового важеля LA 2101-3003080-00 з дослідженням радіусів автомобільного колеса та характеристики пружності підвіски.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи к.т.н., старший викладач Гупка Андрій Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 100 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова: колінчастий вал, двигун, поршень, балансування, шліфування.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Характеристика та умови роботи рульового управління автомобілів сімейства ВАЗ.....	8
1.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей втулок маятникового важеля.....	11
1.3 Аналіз умов роботи і причин зношення маятникового важеля.....	12
1.4 Вплив основних зносів маятникового важеля на технічний стан сполучень та якість роботи рульового управління в цілому.....	14
1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Розробка технологічного процесу розбирання маятникового важеля.....	16
2.2 Обґрунтування та розробка технологічного процесу дефектування вісі маятникового важеля.....	16
2.3 Розробка технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля.....	20
2.4 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання.....	21
2.5 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій.....	22
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1. Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів.....	34
3.2 Пристосування для випресування втулок маятникового важеля.....	36
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	39
4.1 Методики автоматизованого проектування технологічних процесів.....	39
4.2 Вимоги до програмно-методичного комплексу ПМК.....	43
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	45
5.1. Визначення радіусів автомобільного колеса.....	45
5.2 Дослідження характеристики пружності підвіски.....	49
6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	56
6.1 Організація робіт на дільниці.....	56

6.2 Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт на ділянці виготовлення втулок маятникового важеля.....	56
6.3 Розрахунок фондів часу.....	58
6.4 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі ділянки, що проектується.....	61
6.5 Розробка планування ділянки.....	64
6.6 Енергетичні розрахунки по ділянці.....	65
6.7 Розрахунок освітлення.....	66
7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	68
7.1. Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	68
7.2 Розрахунок капітальних вкладень.....	70
7.3 Розрахунок витрат на енергоносії.....	71
7.4 Визначення собівартості виготовлення втулки маятникового важеля.....	72
7.5 Розрахунок економії при ремонті маятникового важеля без заміни осі важеля.....	74
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
8.1 Аналіз небезпек на ділянці.....	76
8.2 Проектування вентиляція ділянки.....	78
8.3 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини.....	84
9 ЕКОЛОГІЯ.....	90
9.1 Урбанізація та її негативні наслідки.....	90
9.2 Класифікація твердих відходів.....	91
9.3 Методи утилізування твердих відходів.....	95
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	99
БІБЛІОГРАФІЯ.....	100
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасні процеси виробництва та обслуговування не можна уявити без використання автомобільного транспорту. Для більшості підприємств автомобілі є основною складовою ланкою процесу виробництва.

В умовах сьогодення, підтримка автомобілів в технічно справному стані вимагає немалих фінансових вкладень. Тому автовласники намагаються обслуговувати чи відремонтувати транспортні засоби з високою якістю при якомога менших затратах. В умовах підприємств автосервісу важливо для збереження і примноження клієнтів виконувати ремонти вузлів, агрегатів і автомобілів із застосуванням прогресивних технологічних процесів зміцнення та відновлення працездатності зношених деталей, ресурс яких буде наближуватися до ресурсу нових, а вартість відновлення буде набагато нижчою від вартості запасних частин.

Дана проблема розглядається і у запропонованому дипломному проекті, де завдяки впровадженню в процес ремонту рульового керування технології виготовлення втулок маятникового важеля досягається зниження вартості ремонту. Слід зазначити, що в процесі виготовлення є можливість змінювати внутрішній діаметр втулок з урахуванням зносу осі, що дозволяє застосовувати зношену вісь маятникового важеля. Це додатково впливає на зменшення собівартості ремонту системи рульового керування, а запропонований для виготовлення втулок матеріал флубон має у порівнянні з базовим матеріалом вищі триботехнічні і фізико-механічні характеристики.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика та умови роботи рульового управління автомобілів сімейства ВАЗ

Рульове управління автомобілів сімейства ВАЗ складається із рульового механізму і рульового приводу.

Рульовий механізм включає в себе черв'ячний редуктор, розташований в картері 13, рульове колесо 16, рульовий вал 14 і деталі кріплення.

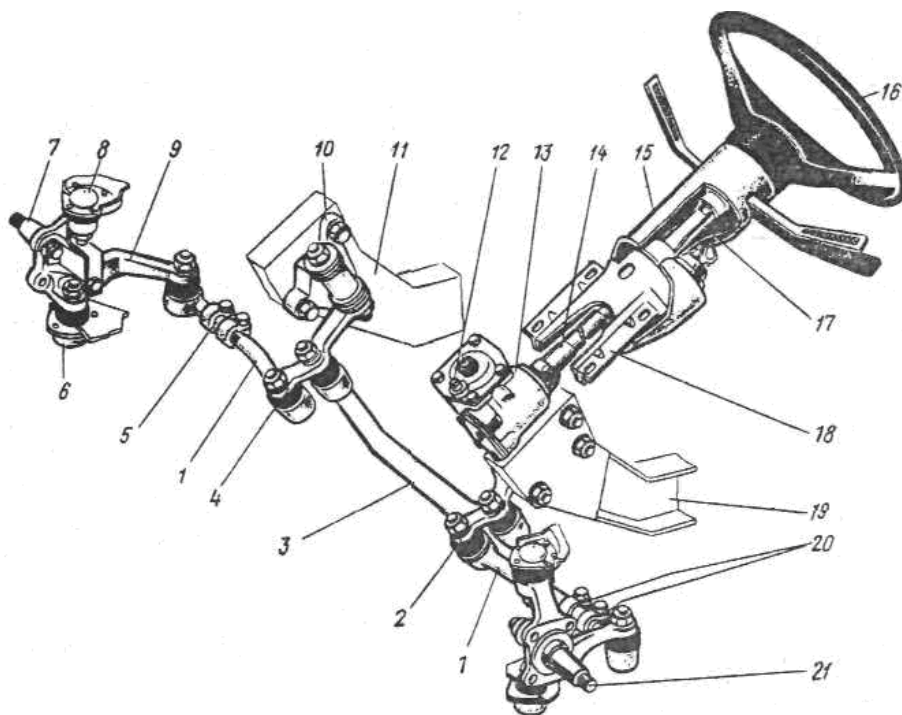


Рисунок 1.1. Рульове управління

Рульове колесо — пластмасове, армоване сталним каркасом. На колесі встановлений вмикач звукового сигналу, контактна частина якого закривається пластмасовою кришкою. В ступиці рульового колеса є отвір зі здвоєною западиною, а на валу 14 здвоєний шліць, за рахунок чого рулеве колесо кріпиться на валу гайкою тільки в одному положенні.

Рульовий вал своїм наконечником з'єднується з валом черв'яка за допомогою шліців і стяжного болта. Верхня частина вала опирається на пластмасову втулку, встановлену в трубі 17 верхньої опори вала. Ця труба вставляється в кронштейн 18 і закріплюється в ньому хомутом, який стягується

болтом. До фланця труби верхньої опори кріпиться перемикач показчиків повороту і світла фар.

Кронштейн 18 вала рульового управління кріпиться до кузова чотирма болтами. Кронштейн і верхня частина вала закриті пластмасовими кожухами 15.

Картер рульового механізму кріпиться до лівого лонжерона 19 кузова з внутрішньої сторони відсіку двигуна трьома болтами. Між картером і лонжероном встановлюються регульовочні шайби, підбором яких досягають співвісності вала черв'яка і рульового вала.

В картері 7 розташований черв'як 6, який входить в зачеплення з двогребневим роликом 12 вала 11 сошки. Передаточне число черв'ячної пари 16,4. Черв'як напресований на вал 13 і обертається в верхньому 14 і нижньому 15 підшипниках, причому внутрішніми обоймами підшипників являються торцеві поверхні черв'яка, на яких виконані бігові доріжки для кульок підшипників. Осьовий зазор в підшипниках черв'яка регулюється підбором прокладок 16 між картером і кришкою 17. Ці прокладки поставляються в запасні частини двох розмірів: товщиною 0,1 і 0,15 мм.

Вал сошки обертається в двох бронзових втулках 10, запресованих в картер рульового механізму. На верхньому кінці вала, на голчастому підшипнику обертається ролик 12, а на нижній кінець вала, який має конічні шліци, надівається сошка 8. В шліцьовому отворі сошки є дві здвоєні впадини, а на валу — два здвоєних виступи. Тому сошку можна встановити на вал тільки в одному визначеному положенні.

Положення вала сошки, яке забезпечує правильне зачеплення ролика з черв'яком, регулюється гвинтом 2. Осьовий зазор між головкою гвинта і пазом вала усувається підбором регульовочних пластин 1, які в запасні частини поставляються одинадцять розмірів товщиною від 1,95 до 2,20 мм.

В картер рульового механізму заливається мастило ТАД-17и до рівня в кришці 5 заливного отвору, що закривається пробкою 4.

Рульовий привод включає в себе три тяги — середню 3 і дві крайні 1, а також сошку 2, маятниковий важіль 4 з кронштейном 10 на лонжероні 11 і поворотні важелі 9 цапф 7 і 21. Середня тяга 3 суцільна, має на кінцях шарові

шарніри для з'єднання з м'ягким важелем і рульовою сошкою. Кожна крайня тяга складається з двох наконечників з різьбою, з'єднаних між собою регульовочною муфтою 5. Муфти фіксуються на тягах за допомогою двох стяжних хомутів 20. Обертанням муфти 5 змінюється довжина бокової тяги при регулюванні сходження передніх коліс. Наконечники крайніх тяг за допомогою шарових шарнірів приєднуються до важелів 9 поворотних цапф, до м'ягкого важеля 4 і до рульової сошки 2. Поворотні цапфи обертаються в нижньому 6 і верхньому 8 шарнірах підвіски.

Шарові шарніри тяг мають сталевий палець 1, сферична головка якого знаходиться в конічному пластмасовому вкладиші 4. Пружина 5 піджимає вкладиш до корпусу 3 і створює натяг в з'єднанні пальця з вкладишем і наконечником тяги.

Шарові шарніри при збиранні заповнюються змазкою ШРБ-4 і герметизуються з однієї сторони заглушкою 6, за вальцьованою в наконечнику тяги, а з другої — гумовим захисним ковпачком 2. Поповнення або заміна змазки при експлуатації автомобіля не потребується.

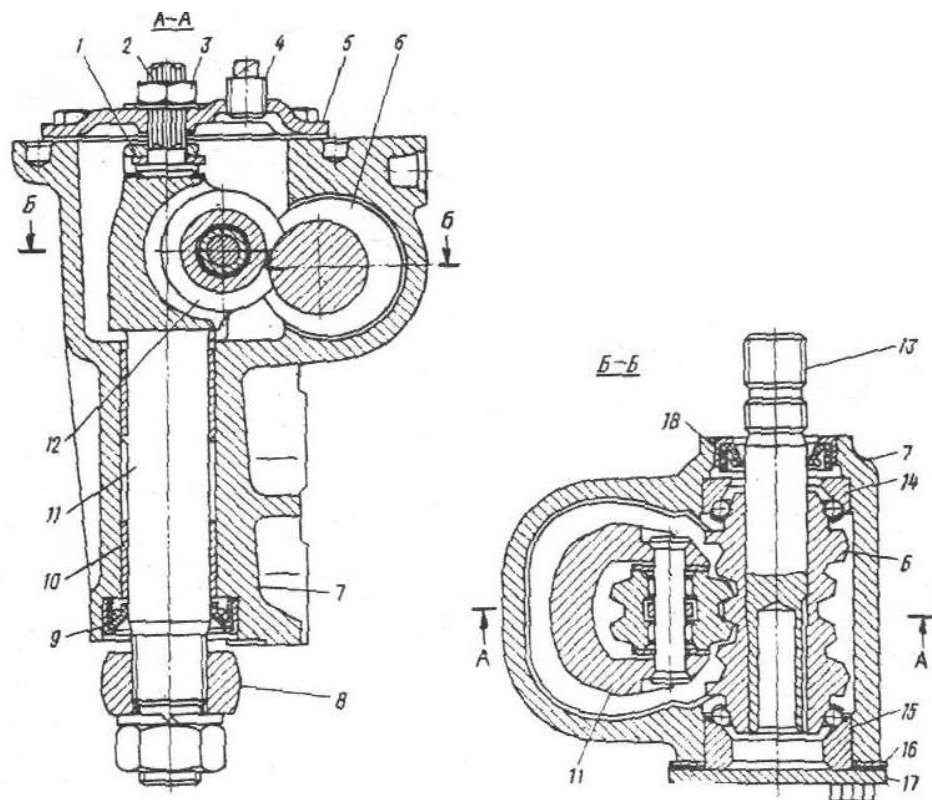


Рисунок 1.2. Рульовий механізм.

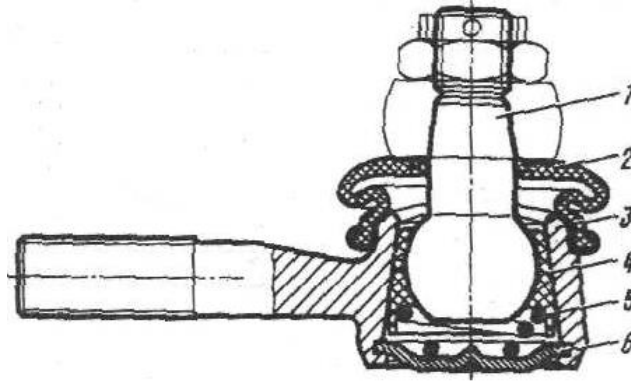


Рисунок 1.3. Шаровий шарнір рульової тяги.

Маятниковий важіль (рис.1.4) кріпиться двома болтами до правого лонжерона кузова напроти картера рульового механізму.

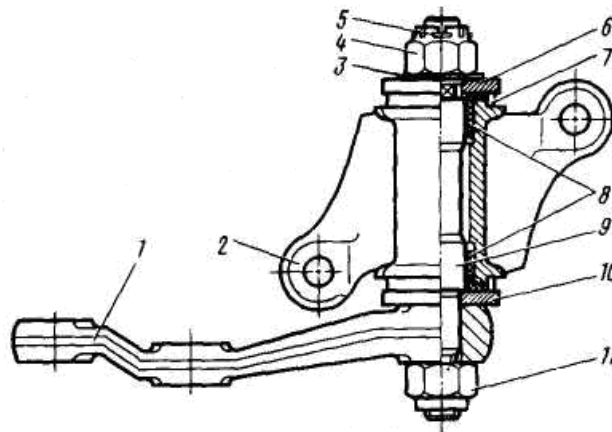


Рисунок 1.4. Маятниковий важіль.

В кронштейні 2 маятникового важеля (рис.1.4) встановлені дві поліуретанові втулки 8, в яких обертається вісь 9. При збиранні в кронштейн закладається мастило Літол-24. Поповнення або заміна її в експлуатації не потребується.

1.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей втулок маятникового важеля.

Втулки маятникового важеля, що встановлені в кронштейні виконують роль підшипників ковзання. В них обертається вісь, яка шарнірно з'єднана з рульовою трапецією. Втулки маятникового важеля виготовляють переважно з

поліуретану. Фізико-механічні характеристики поліуретанів наведено в таблиці 1.1. В якості мастила використовують Літол-24 та його аналоги.

Таблиця 1.1. Фізико-механічні характеристики поліуретанів

Найменування показника	Марка		
	СКУ-7Л ТУ 84-40478	ЛУР-СТ	СКУ-ПФЛ
1. Твердість по Шору А, ум.од.	76-85	не більше 78	не менше 86
2. Границя міцності при розтягу, МПа	30	30	30
3. Відносне подовження при розриві, %	370	600	300
4. Відносна залишкова деформація після розриву, %	4	10	10
5. Опір задиру, кН/м	30	30	54
6. Густина, кг/м ³	1250	1250	1200
7. Гідролітична стійкість	погана	погана	висока
8. Масло-бензостійкість	висока	висока	погана
9. Температурний діапазон експлуатації, °С	плюс 10...плюс 80	плюс 10...плюс 80	мінус 40...плюс 80

1.3 Аналіз умов роботи і причин зношення маятникового важеля

Маятниковий важіль працює в умовах динамічних знакозмінних навантажень. Навантаження на нього передаються через рульові тяги як під час обертання рульового колеса так і від керованих коліс, що переміщуються по дорожньому полотну.

В процесі експлуатації в парі тертя втулка маятникового важеля-вісь діє абразивне і втомлювальне зношування. Ці зношування виникають завдяки дії граничного тертя.

Абразивне зношування характеризується процесами безпосередньої взаємодії контактуючих поверхонь тертя з абразивними частками. Результатом абразивного зношування є інтенсивне руйнування робочих поверхонь деталей машин.

В результаті взаємодії абразивних часток процес руйнування може відбуватись:

- а) шляхом мікрорізання;
- б) шляхом багатократного пластичного деформування поверхневих шарів;
- в) шляхом ударно – механічного деформування.

Абразивне зношування викликає ґрунт, пил, які попали на поверхню тертя, металева стружка, окисні плівки, які закріплені на поверхні тертя чи зруйновані, продукти зношування, особливо викришені частинки твердих структурних складових.

Абразивні частки можуть мати різну форму і бути по – різному розміщені відносно спряженої поверхні. Здатність абразивного зерна втискуватись в поверхню залежить не тільки від співвідносності їх твердостей, але і від геометричної форми зерна.

Втомне зношування являє собою вид механічного зношування в результаті втомного руйнування при багаторазовому повторному деформуванні мікрооб'ємів матеріалу поверхневого шару. Цей процес має скритий латентний період, внаслідок якого здійснюється накопичення пошкоджень всередині матеріалу.

При терті полімерів пружні деформації викликають утворення втомлених тріщин, які розміщуються в поперечному напрямку по відношенню до швидкості ковзання. Ці тріщини ведуть до руйнування фрикційного вузла.

Для ударно – втомливого зношування характерне поступове формування рельєфу і повільне збільшення зношування. Поверхня зношування не має явно визначеного рельєфу у вигляді рисок і лунок, в результаті співудару зразків високої твердості згладжуються початкові нерівності і технологічна шорсткість на поверхні. Час припрацювання прослідковується чітко, потім настає стабілізація швидкості зношування. В початковий період досліду

швидкість зношування максимальна, потім поступово знижується, і, досягши відповідного рівня, залишається постійною протягом наступних випробувань.

Отже процеси зношування маятникового важеля протікають в основному на поверхнях тертя, а саме у спряженні втулка маятникового важеля – вісь маятникового важеля.

1.4 Вплив основних зносів маятникового важеля на технічний стан сполучень та якість роботи рульового управління в цілому

В процесі експлуатації автомобіля рульове керування піддається впливу багатьох негативних факторів.

Це перш за все навантаження, що виникають під час зміни положення керованих коліс при обертанні рульового колеса. Крутний момент від рульового колеса через редуктор рульового керування перетворюється в поступальний рух рульових тяг, які за допомогою кульових опор зв'язані між собою і керованими колесами. Нерівності дорожнього полотна викликають додаткові переміщення деталей і підвищені знакозмінні навантаження.

Крім того постійний контакт з навколишнім середовищем надає свій негативний вплив на технічний стан маятникового важеля. Через пошкоджені захист в зону тертя осі і пластмасової втулки можуть потрапляти абразивні частинки, які можуть викликати передчасний їх знос. Крім того потрапляння вологи, а в холодну пору року і солей, якими посипають дороги для уникнення ожеледиці, активізують корозійні процеси поверхнях тертя.

Отже сукупність даних негативних факторів поступово викликає зношування маятникового важеля і з часом може спричинити неможливість подальшої безпечної експлуатації автомобіля.

Рульове управління автомобіля є важливим засобом управління. Від його справності і надійності залежить безпека руху і життя всіх учасників дорожнього руху. Втулки маятника є важливими складовими, оскільки через їх знос можливі такі негативні наслідки як люфт рульового колеса, туге обертання рульового колеса внаслідок перекосу осі в зношених втулках, шум

(стуки) в рульовому управлінні, самовільне кутове коливання передніх коліс, погана стійкість автомобіля.

1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Темою даного магістерської роботи є розробка технологічного процесу відновлення маятникового важеля рульового керування автомобілів сімейства ВАЗ з проектом дільниці.

Під час технічного обслуговування виявлені несправності зношених деталей замінують новими, що безумовно значно збільшує витрати на експлуатацію автомобіля. Але втулки маятникового важеля мають також низьку зносостійкість, а отже і потребують особливої уваги. Внаслідок їх зносу погіршуються технологічні показники роботи рульового керування, утворюються граничні люфти, за яких експлуатація автомобіля стає небезпечною.

Відомі методи підвищення зносостійкості, які можна реалізувати на металевих деталях, такі як напилення, наплавлення, не можливо застосувати при підвищенні зносостійкості втулок маятника, оскільки вони виготовлені з полімерних матеріалів. Для підвищення зносостійкості втулок маятника доцільно застосувати метод заміни базового матеріалу на більш зносостійкий, що є безумовно актуальним для підвищення їх ресурсу, безпеки руху автомобілів.

Слід також зазначити що в процесі виготовлення втулок маятникового важеля є можливість змінювати їх геометричні розміри, враховуючи знос вісі маятникового важеля. А це може додатково зменшити витрати споживача при ремонті маятникового важеля за рахунок застосування зношеної вісі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного процесу розбирання маятникового важеля

Для формування схеми розбирання заданої складальної одиниці необхідно вивчити її конструкцію по складальному кресленню та ознайомитись з відповідними типовими технологічними процесами по виданням ДЕРЖНДТІ. Розбирання повинне здійснюватись у відповідній послідовності, залежної від її конструкції.

Схема розбирання складальної одиниці є вихідною інформацією для опису технологічного процесу розбирання, а також може бути використана як самостійний технологічний документ на робочому місці, а з урахуванням трудомісткості виконання робіт дає можливість обґрунтовано визначити необхідні робочі місця для здійснення розбірно-складальних операцій на даному підприємстві, оскільки на схемі відбита можливість виконання як послідовних, так і паралельних робіт.

Початком для схеми розбирання є даний виріб (складальна одиниця), кінцем – базова деталь. Послідовність процесу розбирання маятникового важеля наведено в таблиці 2.1. Номера позицій наносять на полках ліній виносок, проведених від зображень складових частин (за правилами, передбаченими ГОСТ 2.109-73).

2.2 Обґрунтування та розробка технологічного процесу дефектування вісі маятникового важеля

Дефектом називають кожну окрему невідповідність деталі вимогам, встановленим нормативною документацією. Оцінка технічного стану деталі і визначення її придатності до експлуатації є завданням технологічного процесу дефектації. В технічних умовах на дефектацію зазначаються два види оцінювальних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталі: критерій

допустимого подальшого використання деталей, який забезпечує ресурс до наступного ремонту, та критерій граничного стану, за якого деталь не може встановлюватись на машину, таку деталь ремонтують якщо це технологічно можливо, або бракують якщо вона не піддається відновленню.

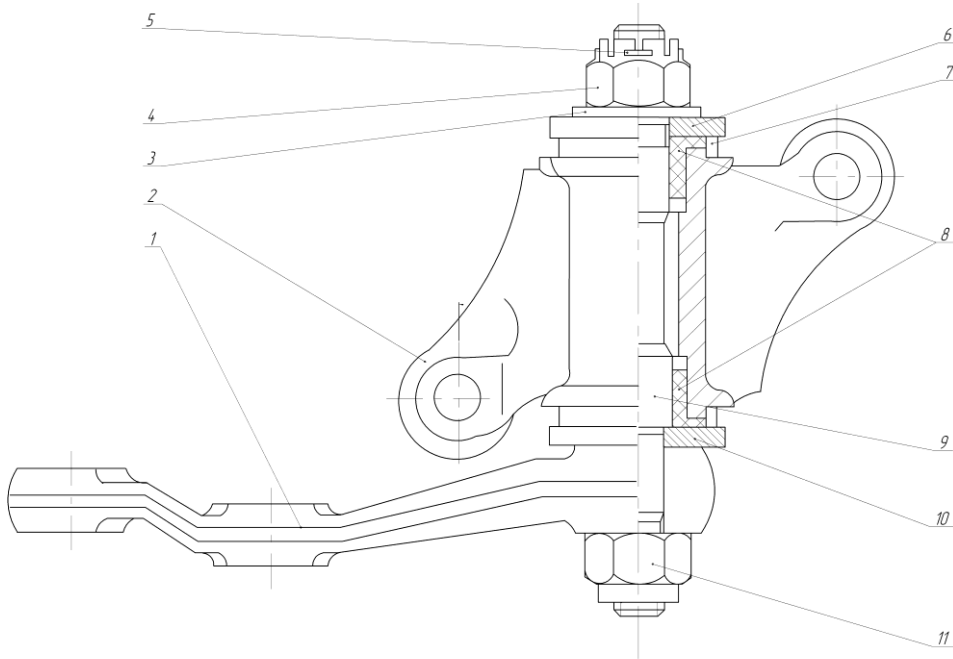
Стан деталей під час дефектації оцінюється наступними способами: оглядом – для визначення загального стану деталі; лінійним інструментом для визначення розмірних дефектів; спеціальними приборами та пристосуваннями для оцінки фізико-механічних властивостей деталі; гідравлічні та пневматичні випробування – для виявлення тріщин, нещільностей; дефектоскопія – для виявлення прихованих дефектів та мікротріщин.

Процес дефектації деталі виконують після її попередньої очистки, знежирювання та миття. При дефектації деталі необхідно суворо дотримуватися технічних вимог на їх контроль та сортування. Дефектація деталей виконується робітниками певного розряду та кваліфікації на спеціально обладнаних місцях.

Як було сказано раніше під час ремонту елементів системи рульового керування, а саме маятникового важеля, втулки підлягають заміні. Вісь маятникового важеля, що обертається у даних втулках, підлягає дефектуванню, оскільки у разі зношування поверхонь під втулку є можливість виготовити втулки з таким внутрішнім діаметром, який би дозволив застосувати їх із зношеною віссю.

Перелічені раніше умови експлуатації призводять до виникнення на осі маятникового важеля таких дефектів (Рис.2.1):

- тріщини, сколи, забої на робочих поверхнях;
- знос поверхонь тертя під втулки;
- знос поверхні під сошку;
- пошкодження різьби.



Маятниковий важіль в зборі

Шпінт 4 х 28.3.036 ГОСТ 397-79	5 1	Гайка 2М16х1,25-6Н5.019 ГОСТ 5932-73	4 1
Шайба	3 1	Гайка М16х1,25-6Н5.019 ГОСТ 5932-73	11 1
Шайба	10 1	Маятниковий важіль	1 1
		Ущільнювач	7 1
		Кронштейн	2 1
		Втулка	8 2

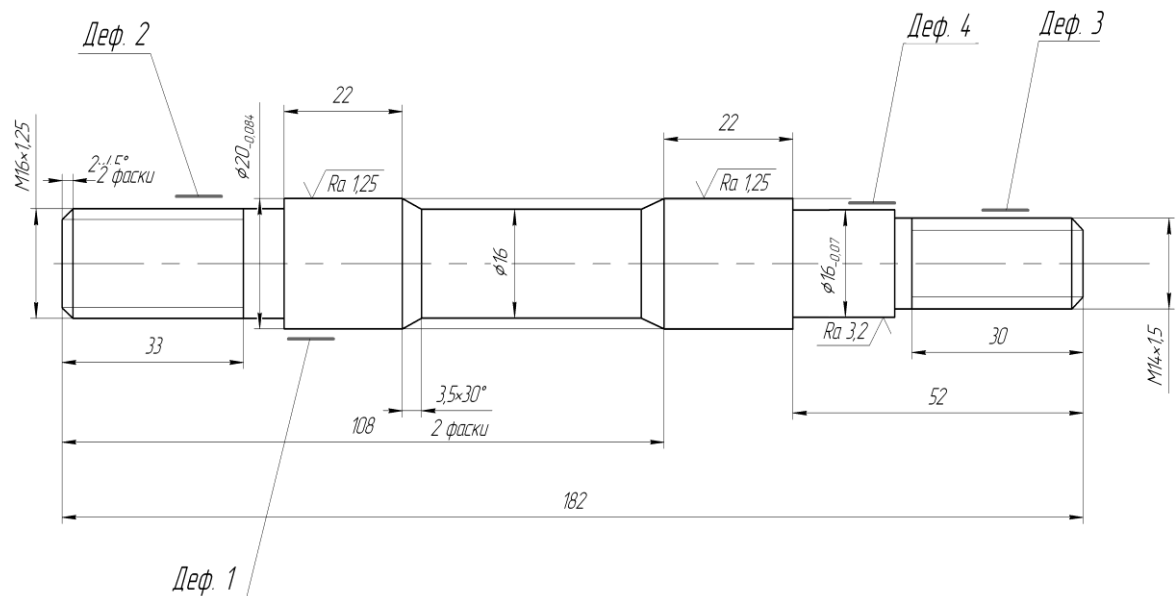


Рисунок 2.1 – Дефекти осі маятникового важеля.

Величини граничних параметрів дефектів, засоби контролю та висновки щодо подальшого використання деталі при наявності дефекту наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічна карта дефектування вісі маятникового важеля кат. №LA 2101-3003080-00

поз.рис. 2.1.	Контролює- мий дефект	Розміри, мм		Засоби контролю	Висновок
		По крес- ленню	Гранич- ний	Найменуван ня	
	Тріщини, сколи, забоїни	Не допускається		Лупа	Бракува- ти
	Знос поверхонь під втулки	Ø20- 0,084	Ø 19,8	Мікрометр	Ремонту- вати
	Пошкодження різьби	M16x1, 5		Гайка	Бракува- ти
	Пошкодження різьби	M14x1, 5		Гайка	Бракува- ти
	Зменшення діаметру поверхні під сошку	Ø ¹⁶ _{-0,07}	Ø 15,80	Мікрометр	Ремонту- вати

Аналізуючи дані таблиці 2.1. можна зробити висновок про те, що відновленню вісь маятникового важеля підлягає лише при зносі поверхонь під втулки, які є робочими. Згідно з даним дефектом складається технологічний маршрут відновлення зношеної поверхні.

2.3 Розробка технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля.

Базовим матеріалом для виготовлення втулок маятникового важеля є, як правило, поліуретан.

В даному дипломному проекті запропоновано замінити базовий матеріал – поліуретан на флубон. Це пов'язано з тим, що флубон має більш високі фізико-механічні характеристики, а також вищий опір абразивному зношуванню. Характеристики флубонів наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Фізико-механічні характеристики флубонів

№ п/п	Показник	Флубон 15/20	Флубон 15МВ
1	2	3	4
1	Густина, кг/м ³	2000...2120	2000...2400
2	Міцність при розтягу, МПа	17...26	12...17
3	Модуль пружності, МПа при розтягу стиску	750...1200 650...850	1000...1200 700...800
4	Відносне видовження при розриві, %	10...22	6...30
5	Коефіцієнт лінійного термічного розширення (x10) ⁻⁶ при 273...253К,	64...68	66...68
6	Теплопровідність при 273...253К, (Вт/мК)	0,34...0,37	0,37...0,43
7	Твердість НВ, МПа	50...60	50...60
8	Ударна в'язкість, кДж/м ²	15...100	15...40
9	Інтенсивність зносу (x10 ⁻⁷), мм ³ /Нм, при граничних навантаженнях помірних навантаженнях	1,2...31 0,6...11,6	1,0...30 0,8...10
10	Коефіцієнт тертя, при граничних навантаженнях помірних навантаженнях	0,15...0,34 0,06...0,32	0,1...0,3 0,06...0,01

Послідовність операцій виготовлення втулок маятникового важеля представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. – Технологічний процес виготовлення втулок маятникового важеля.

№ п/п	Назва операції	Зміст операції
005	Порізка	Порізати вуглецеву тканину на шматки розміром 20...30 мм
010	Подрібнення	Подробити вуглецеву тканину на частинки розміром 0,1...0,2 мм
015	Змішування	Змішати подрібнену вуглецеву тканину з порошком фторопласт-4.
020	Подрібнення	Подробити та довести до однорідного складу отриману композицію полімерних матеріалів
025	Термічна	Висушити отриману композицію
030	Рихлення	Рихлити композицію полімерів
035	Зважування	Зважити композицію для пресування 1 втулки
040	Пресування	Пресувати втулки
045	Термічна	Спекти пресовані втулки
050	Контрольна	Контролювати розміри виготовлених втулок

2.4 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання

Згідно з планом операцій технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля приймаємо необхідне обладнання. При цьому необхідно виходити з того, що обладнання повинне бути універсальним і дозволяти виконувати декілька операцій технологічного процесу, мати невеликі габаритні розміри і бути енергоощадливим.

Дані по обраному технологічному обладнанню наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Перелік технологічного обладнання і інструменту для виготовлення втулок маятникового важеля.

№ п/п	Назва операції	Обладнання, матеріали, інструмент
005	Порізка	Машина для порізки паперу БРМ-4, потужність 1,3 кВт
010	Подрібнення	Молоткова дробарка КДУ-2, потужність 1,9 кВт
015	Змішування	Змішувач-дозатор Д-81ПМ.
020	Подрібнення	Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів МРП-1М, потужність 1,2 кВт
025	Термічна	Піч А-114 М, потужність 24 кВт.
030	Рихлення	Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів МРП-1М, потужність 1,2 кВт
035	Зважування	Ваги ВНЦ-10, (точність до 0,01г)
040	Пресування	Гідравлічний прес ДВ.2434.00, потужність 4 кВт, пристосування для пресування втулок маятникового важеля ППВМ-1.
045	Термічна	Піч А-114 М, потужність 24 кВт.
050	Контрольна	Мікрометр 0-50 ГОСТ 6933-72 Штангенциркуль ШЦ 1-01-50 ГОСТ 166-75

2.5 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій.

Операція 005. Порізка

Перед розтинанням знімаємо з вуглецевої тканини УТМ-8 упаковку та протираємо тканину бязю. Рулон, який має бути розрізаний, розташовують на передньому столі та ножем здійснюють розкрій поперек рулону на шматки 20-30 мм. Дозволяється різати вуглецеву тканину паперо-ріжучою машиною БРМ-4.

Операція 010. Подрібнення

Подрібнення вуглецевої тканини проводиться на молотковій дробарці КДУ-2 "Українка". Це агрегат, в якому транспортером подають шматки вуглецевої тканини на пристрій для різання, а потім шнеком на систему рухомих ножів апарату вторинного різання, де вона зменшується до 0,1- 0,2 мм, сепарується через решітку з діаметром отвору ($1 \pm 0,25$) мм та збирається в приймачі

При сильному пилоутворенні дробарка зупиняється та виконується чистка сепаруючої решітки.

Насипна щільність волокна повинна бути не менша за 50-160кг/м'. При невідповідності даному показнику вуглецеве волокно пропускають знову.

Змішування вуглецевих тканин різних марок недопустимо. Перед подрібненням другої марки тканини подрібнювач чиститься механічним шляхом. Подрібнювач КДУ-2 має шафу керування; де знаходиться автоматичне блокування перевантаження апарату вторинного різання. На машину встановлена коробка зі станцією ПKE 622-2 і клемним набором та вимикачем ВПК-2110. При попаданні металевих предметів, тканин або перевантаженні апарату вторинного різання шпилька зрізається та двигун від'єднується від мережі високої напруги. Кришки ріжучого барабану та апарату вторинного різання заблоковані з електропусковою апаратурою, яка попереджує пуск машини при відчинених кришках. При необхідності подрібнювач в любий момент часу може бути зупинено при натисканні кнопки "STOP" або рубильником на шафі керування.

Операція 015. Змішування

Приготування фторопластових композицій флубон проводиться в дві стадії:

1) змішування компонентів композиції в змішувачі - дозувальнику з частотою обертання 20с^{-1} (1200 об/хв.) в якому одночасно формується композиція;

2) подрібнення композиції в млину МРП- 1М.

Змішувач-дозувальник – це машина періодичної дії, вона має циліндричну форму в середині якої на валу кріпиться ніж. Змішування порошку фторопласт відбувається при допомозі ножа який обертається.

На початку зміни змішувач чиститься пиловсмоктувачем та протирається, змоченою етиловим спиртом. Потім завантажується фторопласт-4. Оптимальна загрузка змішувача дорівнює 30 кг композиції. Температура змішування 20°C. Змішування компонентів проводиться 10-15 хв. Для попередження перегріву композиції змішування проводять циклами: 2-3 хв. роботи змішувача -10-15 хв. зупинки. Змішувач може бути з рубашкою охолодження.

Передбачено автоматичне блокування кришки завантажувального люка за допомогою кінцевого вимикача. Температура вимірюється за допомогою термопари ХК та реєструється на щиті КІП.

Операція 020. Подрібнення

Перед подрібненням композиції в млині МРП-1М виконується зважування на технічних вагах композиції, та завантаження її в камеру розмолу. Зачиняють кришку та герметизують камеру. Розташовуємо камеру розмолу на колонці приводу, при цьому необхідно щоб квадрат валика ввійшов в зачеплення з муфтою приводу, а в прорізі колонки приводу ввійшли штифти нижнього циліндра. Потім камеру розмолу обертають до зупинки на штифтах в горизонтальних прорізах. Встановлюємо час помолу, який дорівнює $t = 4$ хв., та вмикаємо млин.

Чергуючи камери проводимо змішування 3 рази, загальний час подрібнення 10-12 хв. Щоб не сталося перегріву втулки після 12 хв. роботи млина роблять паузи для охолодження на 10хв.

Після закінчення подрібнення млин очищають від залишків композиції механічною обробкою.

Операція 025. Термічна

Композицію сушать при $(150 \pm 10^\circ)\text{C}$ на протязі 4-8 год. на листах шаром не більше 25 мм. При незадовільних сипучих властивостях сушіння здійснюють до й після рихлення. Час між сушінням і пресуванням не повинне перевищувати 2 год. Композицію сушать у сушильній установці ДПГЮ. 023.000. Установа обладнана наступними блокуваннями: відключення нагрівачів і відкривання заслінки в випадку:

- а) відкривання дверей сушильної камери;

б) відсутності витяжної вентиляції;

в) досягнення температури в сушильній камері 170...180°C. Температура в робочому обсязі сушильної камери записується на діаграмну стрічку. В якості сушильної установки можна використовувати піч А-114М.

Операція 030. Рихлення

Фторопластові композиції флубон, що пролежали на складі більше 10год, перед пресуванням проходять стадію розпушування. На розпушування композиції надходять зі складу сировини. Розпушування проводиться на млині МРП-1М або змішувачі, що представляє собою циліндричну ємність, усередині якої на дні обертається плоский ніж із частотою обертання 20с^{-1} (1200 в хв.). Нижній (внутрішній) мішок протирається від пилу бяззю, і після цього укладається на млин. Композиція совком завантажується в бункер млина або змішувач, попадає на обертовий розсіювач й зсипається в прийомну тверду ємність в алюмінієвій поліетиленовій фляги, металеві ящики, металеві піддони і т.д.).

Операція 035. Зважування

Процес пресування фторопластових композицій флубон проводиться на гідравлічних пресах у сталевих формах, що не обігривають. Для одержання точних розмірів заготовок при пресуванні застосовується вагове дозування. Вагове дозування проводиться на циферблатних настільних вагах ВНЦ-2 або іншої марки, що забезпечують точність зважування $+0,01\text{кг}$. Залежно від величини навіски, зважування проводиться в каstrулях, чашках.

Щоб уникнути забруднення й поглинання вологи композицією тара з композиціями повинна бути закрита щільною кришкою.

Операція 040. Пресування

Пресування ступінчастих деталей ускладнюється в порівнянні з пресуванням гладких заготовок – втулок тим, що прес-матеріал (флубон) не володіє властивістю текучості і пластичності в підпресованому стані. Перерозподіл об'ємів ущільненого флубону приводить до порушення його щільності, до появи в деталях зрізів, сколів і тріщин, які часто непомітні після пресування і виявляються тільки після спікання. Тому при наявності ступінчастих бокових поверхонь деталей недопустимі прес-форми, що

включають формотвірні елементи в вигляді глибоких кільцевих виступів і канавок на торцевій поверхні пуансонів. При пресуванні флубону в таких прес-формах необхідна наважка, засипана між стержнем і матрицею ущільнюється нерівномірно. Кількісною оцінкою технологічності ступінчастих деталей можна рекомендувати степінь ущільнення матеріалу при пресуванні. Для деталей з фланцем цей показник для фланцевої і стрижневої частин заготовки відповідно рівний

$$E_{\phi} = \frac{H_n}{H_{\phi}}, \quad \varepsilon_c = \frac{H_o}{H_c}, \quad (2.1)$$

де H_n – висота вільної засипки флубону в прес-формі;

H_{ϕ} – товщина фланця;

H_c – висота стрижневої частини заготовки.

Оптимальна степінь ущільнення $\varepsilon_{opt} = 5$.

Більш рівномірний розподіл щільності по об'ємі ступінчастих деталей досягається при пресуванні в прес-формах з телескопічними пуансонами. Останні складаються із внутрішнього і зовнішнього пуансонів, вставлених один в одного з можливістю відносного переміщення їх вздовж твірної в напрямку пресування. Зовнішній і внутрішній діаметри зовнішнього пуансона відповідають розмірам фланця, а діаметри внутрішнього пуансона рівні розмірам стрижневої частини деталі.

Технологія пресування в прес-формах з телескопічними пуансонами включає наступні операції. Спочатку в порожнину, утворену стрижнем і матрицею засипається 1-а наважка флубону, рівна по масі фланцевій частині заготовки, розрівнюється і злегка ущільнюється. Потім вільно в матрицю вставляється зовнішній пуансон. При цьому флубон додатково ущільнюється вагою цього пуансона і деяка частина флубону затікає в порожнину, утворену стрижнем і внутрішньою поверхнею пуансона. Далі в цю порожнину засипається , вирівнюється і злегка ущільнюється 2-а наважка, рівна по масі стрижневій частині деталі і вставляється внутрішній пуансон. Після цього

здійснюється пресування. Спочатку в напрямку пресування переміщується внутрішній пуансон, ущільнюючи стрижневу частину заготовки. За рахунок сил тертя між флубоном і внутрішньою циліндричною поверхнею зовнішнього пуансона останній теж починає переміщуватись в напрямку пресування, переборюючи опір ущільнення флубону в фланцевій частині заготовки. При цьому швидкість переміщення зовнішнього пуансона менше швидкості руху внутрішнього пуансона, рівній швидкості руху плити гідравлічного преса. В деякий момент верхні торці обох пуансонів зрівнюються і вони рухаються одночасно зі швидкістю пресування до отримання необхідної висоти деталі. Критерієм кінця пресування може служити або крайнє нижнє положення торців пуансонів відносно верхнього торця матриці, встановленої по мітці, або граничний тиск пресування в гідросистемі преса.

Виділяють дві основні стадії пресування ступінчастих деталей. Характерною ознакою 1-ї стадії є роздільний рух внутрішнього і зовнішнього пуансонів. При цьому можливі різні поєднання відношень швидкостей внутрішнього і зовнішнього пуансонів. В практиці пресування найбільш часто реалізується ситуація, коли обидва пуансони рухаються в напрямку пресування і швидкість переміщення внутрішнього пуансона більша, чим зовнішнього. Якість деталей в даному випадку визначається відношенням цих швидкостей. Оптимальне ущільнення по всьому об'ємі деталі досягається за умови

$$\frac{V_{в.н.}}{V_{н.н.}} = \frac{h_c}{h_\phi}, \quad (2.2)$$

де h_a і h_c – висота фланця і стрижня деталі.

Дослідження процесів пресування в прес-формах з телескопічним пуансоном показало, що співвідношення швидкостей залежить від властивостей вихідного матеріалу, наважок флубону для формотворення різних елементів деталей, степені попереднього ущільнення цих наважок, стану поверхні формотвірних елементів прес-форм, зазорів між спряженими поверхнями пуансонів і матриці і інших факторів.

Вихідна композиція перед пресуванням повинна бути ретельно перемішана і просушена. В протилежному випадку грудки, що утворюються, утрудняють засипку особливо другої наважки, її рівномірне розподілення по перерізі порожнини між стрижнем і внутрішнім пуансоном. Наявність грудок призводить до нерівномірного розподілу щільності, слугує причиною деформації (короблення деталей під час спікання).

Прес-форми й все оснащення перед пресуванням заготовок із композицій різних модифікацій флубону повинна бути ретельно протерті бяззю або марлею, змоченої спиртом етиловим технічним.

Для одержання чистої поверхні втулок прес-форма періодично через 5-10 пресувань протирається марлею або бяззю, змоченою в етиловому спирті. Маса відпресованої втулки дорівнює об'єму втулки помноженому на щільність:

$$G = (V_{\phi} + V_c) \cdot \rho, \quad (2.3)$$

G - маса втулки, кг; ρ - щільність втулки, рівна $1,930 \text{ кг/м}^3$; V_{ϕ} - об'єм фланця; V_c - об'єм стрижневої частини втулки.

По першій відпресованій втулці підбирається потрібна навіска.

Розрахунок потрібної навіски проводять по формулі :

$$G_u = \frac{G \cdot h}{h_t}, \quad (2.4)$$

де G_u - істина навішення, кг;

G - задана маса втулки, кг; h - задана висота втулки, м;

h_t - отримана висота втулки, м.

Оптимальна величина наважок не відповідає розрахунковим значенням, визначеним з умови рівності об'ємів першої наважки — фланцевій частині заготовки, а другої — об'єму стрижня. Оптимальні величини наважок підбирають дослідним шляхом так, щоб вони задовольняли умови отримання якісних деталей.

Відмінність фактичних і розрахункових наважок обумовлене тим, що при установці зовнішнього пуансона частина флубону з фланця деталі переміщується в її стрижневу частину. Кількість переміщеного матеріалу залежить від степені його попереднього ущільнення, способу установки пуансона, особливостей конструкції і співвідношення розмірів фланця деталі.

Завершаюча 2-а стадія пресування настає тоді, коли торці зовнішнього і внутрішнього пуансонів вирівнюються і вони рухаються одночасно з однаковою швидкістю під дією зусилля плити преса. При оптимальному співвідношенні швидкостей зовнішнього і внутрішнього пуансонів на першій стадії досягається добра якість ступінчастих деталей. В випадку невідповідності цій вимозі, на першій стадії неминучі тріщини і сколи в зонах переходу фланця в стрижень, а також кільцеві відшарування в вигляді конічних фасок в кутових спряженнях елементів деталі.

Оцінкою якісного процесу формозміни на 2-й стадії пресування в прес-формах з телескопічними пуансонами, є монотонне зростання зусилля пресування. Поява дефектів в вигляді сколів, тріщин і кільцевих відшарувань призводить до стрибкоподібного падіння або плавного зниження зусилля пресування. Більшість дефектів проявляється після спікання. Якщо дефектні вироби виявлені після пресування, то їх можна перемолоти в млинах і матеріал використати повторно. Після спікання повторне використання матеріалу виключається. Тому рекомендується при освоєнні технології пресування з флубону деталей в розмір відпрацювання технологічного процесу здійснювати шляхом виготовлення декількох дослідних партій деталей по 5...10 штук і після наладки всіх параметрів приступати до виробництва.

Втулка маятника відноситься до класу ступінчастих деталей з гладкою внутрішньою поверхнею. Для пресування втулок маятника спроектована багатогніздова прес-форма зі змінними формотвірними елементами, конфігурація і розміри яких відповідають формі і розмірам даної деталі з врахуванням усадки розмірів після спікання. Прес-форма складається із верхньої і нижньої плит, скріплених трьома стяжними болтами. В плитах передбачено 9 гнізд (8 по колу і 1 в центрі), в які встановлюються 9 комплектів формотвірних елементів прес-форм. Кожний комплект складається

з матриці, стрижня, донної вставки, зовнішнього і внутрішнього пуансонів. Крім цього в нього входять опорні вкладиші і пружні елементи (гумові втулки). Останні необхідні для компенсації погрішностей маси наважок, розмірів матриць і пуансонів і інших факторів, які призводять до різних відхилень від номінальних умов пресування. Без пружних компенсаторів через перелічені погрішності і можливі непаралельності плит преса на деяких позиціях деталі отримуються недопресованими або перепресованими. Наявність компенсаторів призводить до деякої різновисотності втулок однієї пре совки. Для того, щоб ці відхилення не виходили за межі допуску в гнізді, де спостерігається недопресування висоту пружних елементів нарощують шляхом встановлення картонних і паперових прокладок між пружним елементом і донною вставкою. Всі формотвірні елементи і гнізда в плитах маркуються номерами 1...9 і збираються відповідно до цих номерів.

Засипка флубону в прес-форму здійснюється за межами преса. Наважки зважуються на лабораторних терезах з точністю 0,01 г. Маса першої наважки — 5 г, другої — 7 г. Спочатку зважують всі перші наважки і засипаються в матрицю прес-форми через вставну лійку, яка горловиною почергово встановлюється в порожнину кожної матриці. Потім за допомогою металевої скалки здійснюється попереднє ущільнення засипаного флубону. Далі в кожну матрицю вставляється зовнішній пуансон і злегка натиском руки доущільнюють першу наважку. Потім зважують другі наважки і за допомогою другої лійки з меншою горловиною, яку почергово вставляють в порожнини внутрішніх пуансонів, засипають їх зазор між стрижнем і зовнішнім пуансоном, розрівнюють і ущільнюють аналогічно попередньому.

В зібраному вигляді прес-форма переноситься в робочий простір гідравлічного преса ПСУ—125(ГОСТ 7905-73), який відноситься до обладнання лабораторного типу.

На цьому пресі пресування здійснюється шляхом підйому нижньої плити за допомогою гідроприводу, який встановлений в окремому блоці із сило-вимірювачем. Для регулювання величини робочого простору середня траверса, на якій кріпиться верхня плита, встановлена на сферичну опру, переміщується

по різьбовим колонам за допомогою електропривода. Прес забезпечує максимальне зусилля пресування 1250 кН.

Зусилля пресування визначено із умови необхідного тиску в прес-формі 750 МПа і склало 120 кН.

Одночасне пресування дев'яти втулок маятника в багатопозиційній прес-формі здійснюється при швидкості 0,003 м/с. При заданому зусиллі робиться витримка протягом 60 с, а потім повільно зменшується тиск в гідро циліндрі преса і нижня плита разом з прес-формою опускається вниз. Далі прес-форма знімається з плити преса і переноситься на окремий стіл, де здійснюється її розбирання.

За нормальних умов пресування і доброго стану оснастки пуансони разом із стрижнем, відпресованою деталлю і донною вставкою легко виймаються з матриць, а потім зі стрижнів по чергово знімаються донна вставка, зовнішній пуансон, внутрішній пуансон і відпресована деталь.

Всі операції зі збирання і розбирання прес-форм здійснюються вручну. При цьому час зважування наважок, збирання форми, пресування і виймання дев'яти деталей складає 15...18 хв. Найбільш трудомісткими операціями є зважування наважок і засипка їх в прес-форму. На їх долю припадає більше 80% всього часу виготовлення деталей.

Операція 045. Термічна

Після візуального контролю і вибраковки дефектних деталей, їх піддають спіканню партіями по 250-300 штук у вільному стані в електропечах з обертовим подом і примусовою циркуляцією повітря по обсязі печі. При цьому деталі складають рядами на сітчасті полиці без взаємного дотику між ними. Наявність отворів в полицях забезпечує добру циркуляцію теплового потоку і рівномірний нагрів по робочому об'ємі печі. Для кращої циркуляції повітря полиці обертаються, поди печі повинні бути виконані перфорованими.

Печі обладнані оглядовими вікнами й світильниками для освітлення робочої камери. Реєстрація й запис температури в печі здійснюється контрольними електронними автоматичними самописцями потенціометрами типу КСП-4 з межами вимірів 0-600°C. Контроль температури проводиться по об'ємі печі в 5-12 точках. Потенціометри працюють у комплекті з

термопарами типу ТХК у кількості 6-12 штук. Потенціометри встановлені на панелях у щитовій. Регулювання температури повітря в печі здійснюються електронними автоматичними потенціометрами типу КСП-4 з межами виміру 0-600°C, які мають регулюючий пристрій призначений для регулювання температури в печі по 1 точці відповідно до задані програми. Потенціометри КСП-4 працюють в комплекті з автоматичними електронними програмами і регулюючими пристроями шкала яких проградуєвана в % регульованого параметра від 0 до 100%. Потенціометри КСП-4 і пристрої ГУ-0-Сім установлені на панелях у щитові.

Сила струму, що подається на нагрівачі електропечі моделі А-114 вимірюється амперметром типу Є-30 із максимальним вимірюванням 70А. Амперметри встановлені на панелях в щитових 1 і 2-го відділень. Розрідження в печі вимірюється тягонопорометром типу ТНМ-11 із з межами вимірювань від -12 до +12 кгс/см (від -1,2 до+1,2 МПа).

Заготовки з композиції й під печі перед завантаженням протираються марлею й бяззю. Заготовки завантажуються в піч при температурі не вище 160°C.

Допускається сушіння заготовки при (150+/- 10°)С у сушильній шафі на протязі 4-20год із переносом заготовки нагрітої до 150°C у твердій тарі в піч для спікання. При цьому час між операціями вивантаження із сушильної шафи й завантаженням в піч для спікання не повинна перевищувати 30хв.

Термообробка втулки проводиться по режиму:

1) сушіння втулок при (150+10°)С на протязі 1 год на 2-5 мм товщини заготовки;

2) нагрівання від температури (150+ 10°)С до (325±10°) зі швидкістю не вище 0,5 град, за хвилину (не вище 30 град/година); протягом 8 год;

3) витримка при (325±10°)С на протязі 1 год на 3-5 мм товщини заготовки; протягом 1,5 год;

4) нагрівання від (325±10°)С до (367±10°)С зі швидкістю не вище 0,6 град /хв. (не вище 30 град/год.);протягом 1 год;

5) витримка при (367±10°)С на протязі 1год на 2-3 мм товщини заготовки; протягом 2 год;

б) охолодження від $(367 \pm 10^\circ)\text{K}$ до $(312 \pm 10^\circ)\text{C}$ зі швидкістю не вище $0,5^\circ$ град /хв (не вище 30 град /год.); протягом 1 год;

7) витримка при $(312 \pm 10^\circ)\text{C}$ на протязі 1 год на 3-5 мм товщини заготовки; протягом 2 год;

8) охолодження від $(312 \pm 10^\circ)\text{C}$ до $(150 \pm 10^\circ)\text{C}$ зі швидкістю не вище $0,5^\circ$ на хв. (не вище 30° в год.);

9) витримка при $(150 \pm 10^\circ)\text{C}$ на протязі 1 год на 2-5 мм товщини заготовки;

Потім охолодження продовжують разом з піччю при вимкненому нагрівачі до кімнатної температури або на повітрі від 150°C до кімнатної температури на рівних гладких поверхнях не менш як протягом 4 год.

Загальна тривалість спікання складає 22-24 години. Регулювання температурно-часового режиму автоматизовано за допомогою спеціального блоку управління.

Операція 050. Контрольна

Заготовки із фторопластових композицій флубон перевіряють партіями. За партію приймають кількість заготовок, виготовлених з композиції однієї марки, супроводжуваної одним документом про якість. Перевірці на відповідність геометричним розмірам і зовнішньому піддають всі заготовки з фторопластових композицій флубон. Для перевірки партії заготовок на відповідність показникам "руйнування при розтязі", "щільність", використовують 5 втулок. Випробування повторюють 3 рази.

При одержанні незадовільних результатів випробувань хоча б по одному з показників, по ньому проводять повторні випробування на зразках, що залишилися.

На основі вищевикладеного та даних хронометражу визначаємо норми часу, необхідні для виготовлення втулки. Отримані дані заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Норми часу на виготовлення втулки маятникового
важеля.

№ п/п	Операція	Норма часу, хв.
005	Порізка	0,35
010	Подрібнення	0,47
015	Змішування	0,63
020	Подрібнення	0,72
025	Термічна	2,34
030	Рихлення	1,13
035	Зважування	1,72
040	Пресування	2,10
045	Термічна	32,30
050	Контрольна	1,93
	Всього:	43,69

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Установа для подрібнення і змішування полімерних матеріалів

Установа, спроектована в дипломному проєкті, призначена для подрібнення і змішування полімерних матеріалів. Використання даної установки в технологічному процесі виготовлення втулок м'ягкого важеля підвищить якість формування композиційного полімерного матеріалу, що забезпечить надійність виготовлених втулок м'ягкого важеля в процесі експлуатації.

На рис. 3.1. наведено схему установки для подрібнення і змішування.

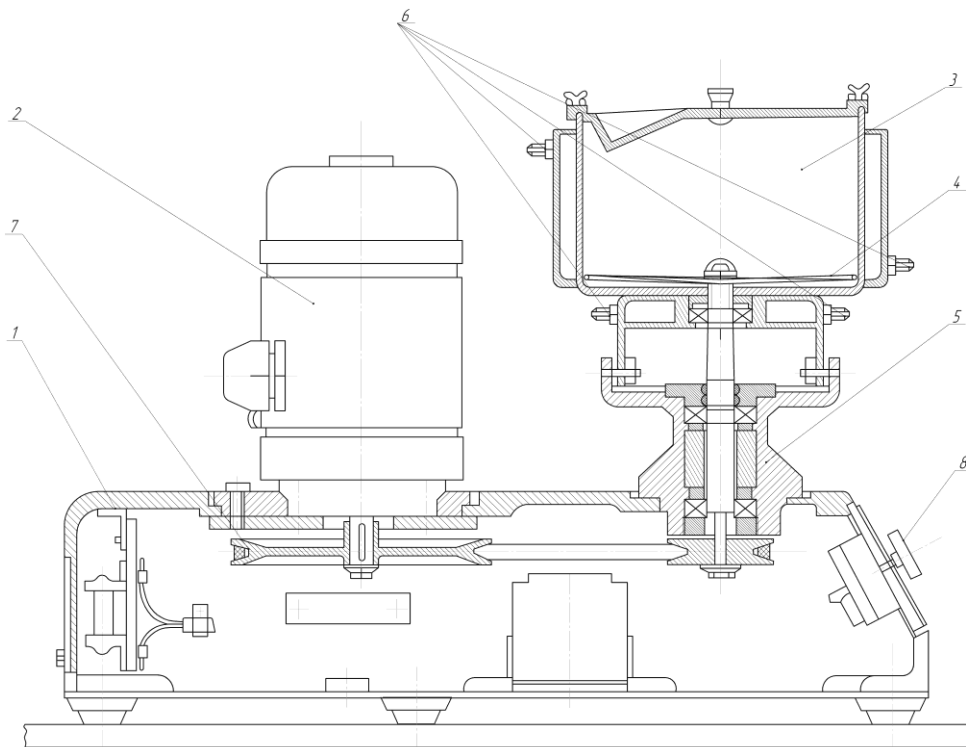


Рисунок 3.1 – Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів.

1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – камера розмелу; 4 – ніж; 5 – стакан; 6 – штуцер; 7 – клинопасова передача; 8 – реле часу.

Установа складається з корпуса 1 на якому розміщені: камера розмелу 3, пульт керування, електродвигун 2. У середині корпуса змонтована клинопасова передача. У камері розмелу закріплений ніж 4 на валу, що обертається на двох підшипниках, встановлених у стакані 5. Камера розмелу закривається кришкою. Конструкція кришки забезпечує при обертанні її проти годинникової стрілки - легкість відкривання камери розмелу й при обертанні за годинною стрілкою -

герметичність камери розмелу. На установці передбачене примусове охолодження камери розмелу. Для цього на камері розмелу встановлено штуцери 6, через які подається охолоджувальна рідина в порожнину навколо камери.

Включається установка поворотом ручки 20 реле часу. Лампи індикації й запобіжники розміщені на пульті керування.

Технічна характеристика.

Продуктивність, г/год - не менше 1000

Час розмелу однієї проби, хв. – 20...30 (в залежності від розмірів вихідних компонентів).

Послідовність виконання розмелу полімерних матеріалів наступна. В камеру розмелу завантажується порція матеріалу і щільно закривається кришкою. За допомогою ручки керування реле часу виставляють необхідну тривалість розмелу. Вмикають електродвигун і контролюють температуру камери розмелу. Якщо вона перевищує 60⁰С, вмикають примусове охолодження. По закінченню розмелу реле часу автоматично вимикає електродвигун, після чого відкривають кришку камери розмелу і вивантажують суміш.

3.2 Пристосування для випресування втулок маятникового важеля

Пристосування для пресування втулок маятникового важеля, представлене на рисунку 3.2, призначене для формування деталей шляхом пресування полімерних матеріалів, в даному випадку флубону.

Всі деталі пристосування повинні виготовлятися з марок сталей, які мають підвищену зносостійкість і дозволяють експлуатувати його тривалий термін, без порушення якості і продуктивності технологічного процесу пресування втулок маятникового важеля.

Пристосування складається із внутрішнього і зовнішнього пуансонів, вставлених один в одного з можливістю відносного переміщення їх вздовж твірної в напрямку пресування. Зовнішній і внутрішній діаметри зовнішнього пуансона відповідають розмірам фланця, а діаметри внутрішнього пуансона рівні розмірам стержневої частини деталі.

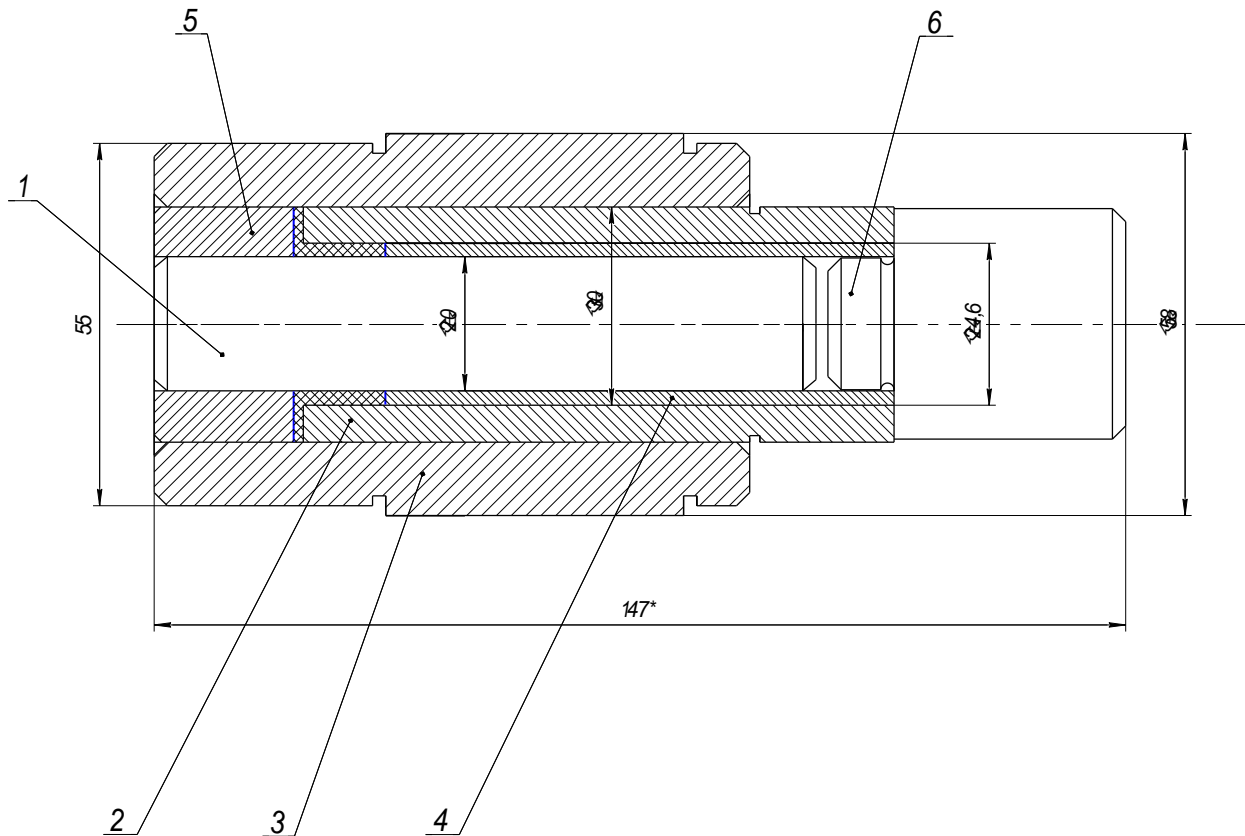


Рисунок 3.5 – Пристосування для пресування втулок маятникового важеля:

1 – стержень; 2 – пуансон зовнішній; 3 – матриця; 4 – пуансон внутрішній; 5 – пуансон нижній; 6 – виштовхувач.

Принцип роботи пристосування полягає в наступному: спочатку в порожнину, утворену стрижнем і матрицею засипається 1-а наважка флубону, рівна по масі фланцевій частині заготовки, розрівнюється і злегка ущільнюється. Потім вільно в матрицю вставляється зовнішній пуансон. При цьому флубон додатково ущільнюється вагою цього пуансона і деяка частина флубону затікає в порожнину, утворену стрижнем і внутрішньою поверхнею пуансона. Далі в цю порожнину засипається , вирівнюється і злегка ущільнюється 2-а наважка, рівна по масі стрижневій частині деталі і вставляється внутрішній пуансон. Після цього здійснюється пресування. Спочатку в напрямку пресування переміщується внутрішній пуансон, ущільнюючи стрижневу частину заготовки. За рахунок сил тертя між флубоном і внутрішньою циліндричною поверхнею зовнішнього пуансона останній теж починає переміщуватись в напрямку пресування, переборюючи опір ущільнення флубону в фланцевій частині заготовки. При цьому швидкість переміщення зовнішнього пуансона менше швидкості руху

внутрішнього пуансона, рівній швидкості руху плити гідравлічного преса. В деякий момент верхні торці обох пуансонів зрівнюються і вони рухаються одночасно зі швидкістю пресування до отримання необхідної висоти деталі. Критерієм кінця пресування може служити або крайнє нижнє положення торців пуансонів відносно верхнього торця матриці, встановленої по мітці, або граничний тиск пресування в гідросистемі преса.

Слід зазначити, що конструкція запропонованого пристосування дозволяє виготовляти втулки маятникового важеля зі змінним внутрішнім діаметром. Для цього лише необхідно підібрати необхідний діаметр стержня. Зазначене вище дає можливість в подальшому використовувати зношену вісь маятникового важеля при його відновленні.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Методики автоматизованого проектування технологічних процесів

Технологічний процес, як об'єкт проектування, можна представити у вигляді ієрархічної структури, розчленованої на кілька взаємозалежних рівнів.

У результаті такої декомпозиції процес проектування технологічного процесу зводиться до вирішення задач різного ступеня деталізації на взаємозалежних рівнях: від формування складу й структури маршруту обробки до розробки керуючих програм і розрахунку режимів різання для обробки окремих поверхонь.

Процес формування технологічного процесу в загальному випадку – сукупність процедур структурного й параметричного синтезу з наступним аналізом проектних рішень

Структурний синтез реалізується на рівнях формування операцій і переходів, а параметричний – на рівні вибору бази, визначення міжперехідних розмірів, розрахунку режимів різання й т.д.

Залежно від ступеня повноти реалізації синтезу (головним чином структурного) і аналізу можна виділити три основних методики автоматизованого проектування технологічного процесу:

- 1) метод прямого проектування (документованого);
- 2) метод аналізу (адресації, аналога);
- 3) метод синтезу.

У реальній САПР технологічних процесів може бути реалізований один метод або будь-яка комбінація даних методів.

Метод прямого проектування

Даний метод припускає, що підготовка проектного документа (технологічної карти) покладена на самого користувача, що вибирає типові рішення різного рівня з бази даних у діалоговому режимі.

Заздалегідь створюється й заповнюється технологічна база даних, що включає в себе інформацію про наявні на підприємстві заготовки, верстати,

пристрої, інструменти і т.д. База даних має структурований характер, тобто чітко розділена на розділи, підрозділи, сторінки, окремі поля (фрази).

Користувачеві надаються меню на різних рівнях проектування для вибору заготовок, операцій, верстатів, пристроїв, переходів, інструментів і т.д. Обрана користувачем з бази даних інформація автоматично заноситься в графі й рядки шаблону технологічної карти. Після цього в режимі редагування інформація при необхідності може редагуватися, а потім роздруковуватися у формі, передбаченої відповідним стандартом.

Метод аналізу

У його основі лежать повні типові рішення. Даний метод виходить із того, що структура індивідуального технологічного процесу не створюється заново. Вона визначається відповідно до складу й структури одного з уніфікованих технологічних процесів, тобто відповідного типового або групового технологічного процесу. Це здійснюється шляхом аналізу необхідності кожної операції й переходу з наступним уточненням всіх рішень на рівнях декомпозиції «зверху – униз». Тобто, цей метод втілює ідею «від загального до часткового».

Цей метод у загальному випадку реалізує наступну схему проектування: ввід опису креслення деталі – визначення конструктивно-технологічного коду деталі – пошук по коду в базі даних прийнятного уніфікованого (типового або групового) технологічного процесу – аналіз його структури – доопрацювання відповідно до опису креслення деталі – оформлення індивідуального технологічного процесу.

Використання даного методу на етапі розробки й адаптації САПР ТП до умов конкретного підприємства вимагає більшої підготовчої роботи. З множини деталей заводської номенклатури формуються групи, що мають спільні конструктивно-технологічні ознаки, способи обробки. Далі можливі два підходи:

У кожній групі вибирається деталь-представник і для неї розробляється типовий технологічний процес. Всі типові технологічні процеси для всіх груп деталей заносяться в ЕОМ. При розробці індивідуального технологічного процесу з типового технологічного процесу, як правило, виключаються зайві

операції й переходи. Іноді, що набагато рідше, операції й переходи, яких не вистачає, можуть додаватися в режимі ручного редагування технологічного процесу. Далі уточнюється обладнання, технологічне оснащення, вибираються або розраховуються режими різання, розраховуються норми часу.

Для кожної групи формується узагальнена модель всіх деталей – комплексна деталь. Вона включає все різноманіття поверхонь розглянутої групи. Для комплексної деталі розробляється уніфікований (груповий) технологічний процес. Він є надлишковим, тобто містить операції й переходи з обробки всіх деталей групи. Розробка індивідуального технологічного процесу полягає в аналізі необхідності включення в нього операцій і переходів з відповідного групового технологічного процесу. Або, інакше кажучи, із групового технологічного процесу виключаються зайві операції й переходи. Потім виконується, як й у першому випадку, так зване параметричне налагодження: уточнення обладнання, технологічного оснащення, вибір або розрахунок режимів різання й т.д.

Так, наприклад, у САПР «ТехноПро» застосований метод класифікації деталей, аналогічний методу групових технологічних процесів і протилежний методу типових технологічних процесів. При використанні типових технологічних процесів деталі розбиваються на можливо більшу кількість груп, для кожної з яких розробляється типовий технологічний процес. У ТехноПро навпаки, як можна більшу кількість деталей об'єднують в одну групу. У міру розширення групи зростає гарантія того, що технологічні процеси виготовлення нових деталей будуть автоматично спроектовані ТехноПро.

Для автоматичного проектування технологічних процесів на основі принципу аналізу в ТехноПро необхідно створити базу даних. Для цього потрібно згрупувати деталі, в основному за подібністю технології їх виготовлення. При цьому для кожної групи створюється загальний технологічний процес, що містить весь перелік операцій виготовлення всіх деталей групи. Для створення загального технологічного процесу використовуються технологічні процеси, уже освоєні у виробництві. Можна використати «паперові» варіанти технологічних процесів з наступним їх

«перетворенням» в електронний варіант або конкретні технологічні процеси, створені в ході роботи з ТехноПро в діалоговому режимі.

Створення загального технологічного процесу здійснюється в такій послідовності. Один з технологічних процесів групи приймається за базовий і вводиться у вигляді загального технологічного процесу (можна скопіювати один з конкретних технологічних процесів, створених у ході роботи в ТехноПро в діалоговому режимі). Потім у нього додаються відсутні операції й переходи з інших технологічних процесів (конкретних технологічних процесів).

При додаванні виявляються ознаки, залежно від яких необхідно вибирати ту чи іншу операцію, перехід або маршрут. Перевірка кожної з ознак вноситься у вигляді умов у базу ТехноПро. Прикладами таких умов є перевірки виду заготовки, марки або твердості матеріалу деталі, габаритів деталі, наявності певних елементів конструкції (поверхонь), їх розмірів і т.д.

Після створення загального технологічного процесу можна приступати до автоматичного проектування індивідуальних технологічних процесів.

Для цього досить створити опис конструкції деталі, для якої необхідно спроектувати технологічний процес її обробки. Опис можна взяти (зчитати автоматично) з електронної версії параметричного креслення деталі, створеного за допомогою системи геометричного моделювання T-FLEX. Опис креслення деталі можна створити також без використання графічних засобів, вводячи необхідні дані із клавіатури. Для прискорення можна скопіювати подібну деталь із уже наявних у базі системи конкретних технологічних процесів або скопіювати макет загального технологічного процесу.

Опис креслення деталі полягає в заповненні загальних відомостей про деталі (дані зі штампа й технічні вимоги креслення) і параметрів елементів конструкції (поверхонь), наявних на кресленні деталі.

Після створення опису деталі їй призначається загальний технологічний процес відповідної групи деталей. Потім запускається процес автоматичного формування технологічного процесу. Протягом цього процесу ТехноПро вибирає із призначеного загального технологічного процесу операції й переходи, необхідні для виготовлення кожного елемента конструкції деталі й переносить їх у конкретний технологічний процес. Потім з обраного переліку

система відкидає операції й переходи, що забезпечують кращу якість виготовлення поверхонь деталі в порівнянні із зазначеними вимогами на кресленні.

Після цього система відкидає з конкретного технологічного процесу операції й переходи, для яких умови їхнього вибору не виконані. Далі ТехноПро робить розрахунки, наявні в умовах операцій, що залишилися, і переходів.

Потім система розраховує технологічні розмірні ланцюги з урахуванням значень припусків, зазначених у переходах загального технологічного процесу.

Далі система виконує умови підбору технологічного оснащення операцій і переходів і виконує наявні в цих умовах розрахунки режимів обробки й норм виготовлення.

Наприкінці процесу проектування система формує тексти переходів, замінюючи наявні в них параметри на конкретні значення. Значення параметрів вибираються залежно від типу обробки, що виконується – попередньої або остаточної.

Створюючи загальні технологічні процеси й умови, технолог «навчає» ТехноПро проектуванню технології конкретного (свого) виробництва. Один раз навчивши систему, технолог може бути впевнений, що ТехноПро ніколи не забуде виробничих нюансів проектування технологічних процесів.

Метод аналізу є основним методом проектування технологічних процесів при експлуатації гнучких виробничих систем. Його застосування дає найбільший ефект при впровадженні на виробництві групових і типових технологічних процесів. Це пояснюється тим, що цей метод не порушує існуючої спеціалізації й традицій виробничих підрозділів, спрощує процес проектування, не вимагає важкоформалізованих процедур синтезу нових технологічних процесів.

4.2 Вимоги до програмно-методичного комплексу ПМК

Загальносистемні ПМК призначені для забезпечення працездатності САПР на системному рівні і виконання уніфікованих обслуговуючих процедур.

В сполученні з операційною системою вони являються операційним середовищем, в якому функціонують базові комплекси засобів.

Загальносистемні ПМК повинні бути інваріантні до об'єктів проектування і захищенні від користувачів САПР. Їх функціонування повинне забезпечуватися спеціальними підрозділами (спеціалістами) в складі служби САПР.

Базові ПМК призначені для проектування об'єктів визначеного класу, виду (деталей загально машинобудівельного застосування, друкованих плат, великих інтегральних схем, монтажних одиниць і виробів в цілому та ін) або виконання уніфікованих проектних процедур (вибір фізичного принципу дій, проектування маршруту обробки деталей та ін).

Базові ПМК поділяються на: проблемно-орієнтовані; об'єктно-орієнтовані.

Проблемно-орієнтовані базові ПМК призначені для виконання уніфікованих проектних процедур, об'єктно-орієнтовані - для проектування об'єктів визначеного класу (виду).

ПМК всіх видів повинні мати: модульну структуру побудови, яка забезпечує адаптацію і зручність модернізації ПМК; гнучку організацію, яка забезпечує ефективність використання ПМК різними користувачами і при рішенні задач;

засобами, які забезпечують зручність освоєння і супроводження, а також повноту діагностичних повідомлень.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1. Визначення радіусів автомобільного колеса

При взаємодії колеса з дорогою відбувається деформація шин, а також, проковзування протектора відносно поверхні дороги [10]. Тому, радіус автомобільного колеса не являється постійним, а змінюється під впливом діючих на колесо сил. У зв'язку з цим, розрізняють радіуси колеса: вільний r_v ; статичний r_c ; кочення r_k ; динамічний r_d ;

Вільний радіус являє собою радіус бігової доріжки колеса, вільного від будь-якого навантаження. Він вираховується, як половина зовнішнього діаметра колеса D_3 , що не навантажене зовнішніми силами (рис. 5.1):

$$r_v = 0,5 \cdot D_3 \quad (5.1)$$

Якщо зовнішній діаметр невідомий, то радіус r_v можна визначити за формулою

$$r_v = l_k / 2\pi, \quad (5.2)$$

де l_k - довжина бігової доріжки колеса.

Деякі геометричні розміри шини визначаються її маркуванням, нанесеним на бічну поверхню. При маркуванні шини перша цифра означає ширину профілю шини B (в дюймах або міліметрах), а друга - посадочний діаметр d (в основному в дюймах).

Наприклад: для шини 165 80R13; $B = 165\text{мм}$; $d = 13" = 13 \cdot 25,4 = 330\text{мм}$.

Статичним радіусом r_c називається відстань від осі нерухомого колеса, навантаженого радіальним навантаженням, до опорної поверхні. Статичний радіус залежить від прикладеного навантаження, радіальної жорсткості шини і від твердості опорної поверхні. Цей радіус визначається безпосереднім вимірюванням або за формулою

$$r_c = d/2 = \lambda \cdot H, \quad (5.3)$$

де λ - коефіцієнт вертикальної деформації шини (в залежності від типу шини дорівнює (0,8... 0,9);

H - висота профілю шини.

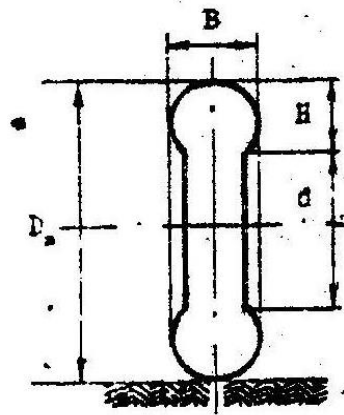


Рисунок 5.1 - Геометричні параметри колеса

Радіус кочення колеса r_k - це радіус умовно жорсткого колеса, яке котиться без пробуксовування і має з даним еластичним колесом однакову кутову і лінійну швидкість.

Радіус кочення залежить від нормального навантаження на шину, тиску повітря в колесі, колової сили, коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою та швидкості руху.

Формула для визначення радіуса кочення:

$$r_k = V_k / \omega_k, \quad (5.4)$$

де V_k , ω_k - швидкість колеса відповідно поступальна та кутова. Радіус кочення змінюється в широких межах, залежно від ступеня пробуксовування чи проковзування колеса:

- для буксуючого колеса $V_k = 0$.
- для колеса, що рухається юзом (заблокованого) $\omega_k = 0$.

Іноді радіус кочення називається кінематичним радіусом. Він характеризує шлях, пройдений колесом за один оберт. З достатньою для практичних розрахунків точністю радіус кочення можна визначити також за формулою:

$$r_k = S_k / 2\pi n_k, \quad (5.5)$$

де S_k - шлях, пройдений колесом;

n_k - число обертів колеса на шляху S_k .

Динамічним радіусом колеса r_d називається відстань від осі колеса, що рухається, до опорної площини.

Динамічний радіус зменшується зі збільшенням нормального та тангенціального навантажень і зменшенням тиску повітря в шині.

Динамічний радіус залежить також від швидкості руху - зі збільшенням швидкості він дещо зростає. При русі колеса з малою швидкістю статичний і динамічний радіуси майже однакові:

$$r_d \approx r_c.$$

Динамічний радіус колеса, яке рухається по твердій опорній поверхні, відповідає плечу штовхаючої сили. Він може бути визначений безпосереднім вимірюванням відстані від осі рухомого колеса до дороги або за формулою

$$r_d = \frac{M_k - C_k a}{P_k}, \quad (5.7)$$

де M_k - крутний момент на осі;

a - плече прикладення рівнодіючої нормальних сил;

P_k - штовхаюча сила;

C_k - рівнодіюча нормальних сил.

Вільний радіус колеса r_b визначається за формулою (5.1). Якщо зовнішній діаметр невідомий, то цей радіус можна визначити, вимірявши рулеткою (ниткою) довжину бігової частини l_k , і визначається за формулою (5.2).

Статичний радіус колеса r_c визначається за допомогою стенда, схема якого показана на рисунку 5.1.

З допомогою навантажувального механізму колесо навантажується ступінчасто. Для кожного навантаження за допомогою лінійки або рулетки вимірюється радіус колеса (див. рис. 5.4).

Порядок проведення дослідження.

1. Ознайомлюємося з шинами, записуємо їх маркування:

155/85-13 – діагональна, камерна;

145SR13 FULDA Diadem Stahl – радіальна, безкамерна.

2. Доводимо тиск в шині до норми $p=0,2$ МПа.

3. На стенді для визначення статичного радіуса колеса, змінюючи навантаження Q визначаємо r_c для кожного фіксованого навантаження (див рис. 5.4) за допомогою рулетки. Дані отримані при дослідженні зведені в таблиці.

Таблиця 5.1. Значення статичного радіуса при різних навантаженнях на колесо, (діагональне, камерне 155/87-13, $p=0,2$ МПа, $t_{пов}=24^{\circ}\text{C}$).

№ п/п	Навантаження, Q , кг	Радіус колеса, r_c , мм	Зміна r_c , %
1	0	294	0
2	100	289	1,7
3	150	285	3,1
4	200	283	3,7
5	250	282	4,1
6	300	278	5,4

Таблиця 5.2. Значення статичного радіуса при різних навантаженнях на колесо, (радіальне, безкамерне 145SR13 FULDA Diadem Stahl, $p=0,2$ МПа, $t_{пов}=24^{\circ}\text{C}$).

№ п/п	Навантаження, Q , кг	Радіус колеса, r_c , мм	Зміна r_c , %
1	0	275	0
2	100	270	1,8
3	150	264	4
4	200	261	5,1
5	250	258	6,2
6	300	255	7,3

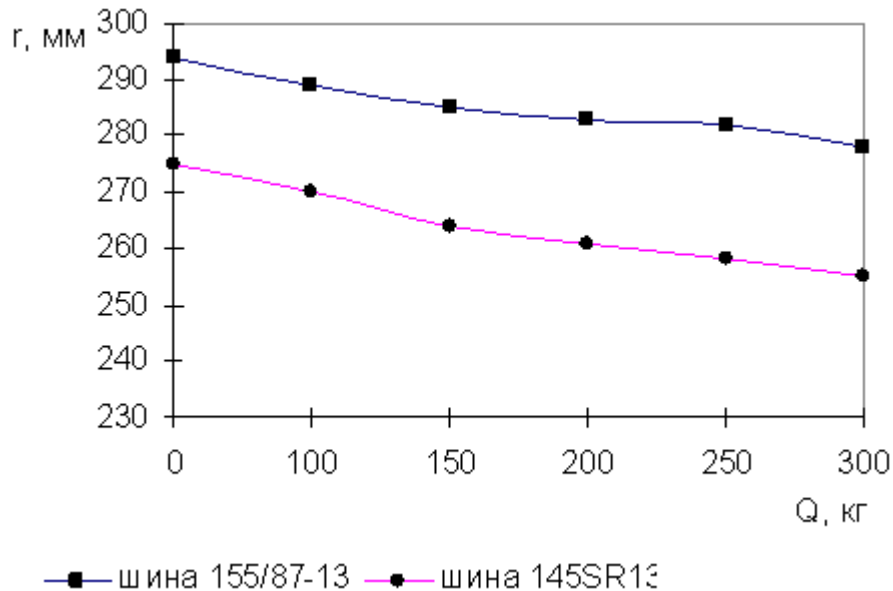


Рисунок 5.2 – Графік залежності статичного радіуса колеса від навантаження на нього.

5.2 Дослідження характеристики пружності підвіски

Основними показниками плавності ходу автомобіля приймають [2], частоту вільних коливань Ω підресореної маси, а також швидкість df/dt та прискорення d^2f/dt^2 вертикальних переміщень цієї маси. Крім того при проектуванні підвісок приймають також до уваги зміну прискорень підресорної маси у часі d^3f/dt^3 .

Для задоволення вимог що до плавності ходу автомобіля конструкція підвіски повинна забезпечувати відповідний закон зміни вертикальних реакцій R_Z опорної поверхні на колесо в залежності від величини вертикальної деформації f підвіски. Таку залежність називають характеристикою пружності підвіски.

У певному діапазоні зміни вертикального навантаження, близькому до статичного $G_{ст}$, характеристика підвіски повинна забезпечувати оптимальну частоту коливань: для легкових автомобілів 0,8...1,2 Гц, для вантажних автомобілів 1,2...1,7 Гц, що відповідає рівню коливань людини під час ходіння.

Частота вільних коливань підресореної маси автомобіля Ω залежить від статичної деформації $f_{ст}$, підвіски:

$$\Omega = (1/2\pi)\sqrt{g/f_{ст}} \quad (5.8)$$

Під час руху автомобіля по нерівностях дороги амплітуда вертикальних коливань підвіски значно збільшується, порівняно зі статичним положенням, що супроводжується ударами в обмежувачі стискання та відбою. Для усунення ударів в обмежувач стискання жорсткість підвіски повинна прогресивно збільшуватись. При цьому динамічне значення вертикальної реакції RZ дин повинно збільшуватись у межах: $RZ \text{ дин} = (2,5...3,0)RZ_{ст}$. Відношення динамічного навантаження до статичного називають коефіцієнтом динамічності підвіски:

$$K_d = RZ_{дин} / RZ_{ст} \quad (5.9)$$

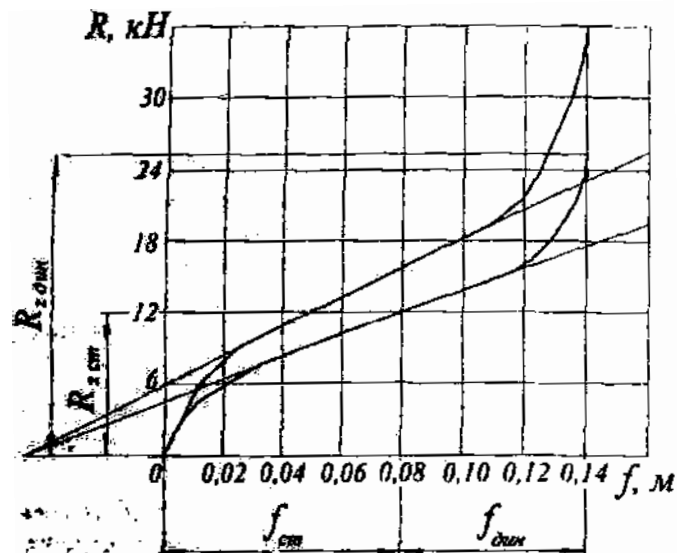


Рисунок 5.3 - Характеристика пружності підвіски автомобіля:

$RZ_{ст}$ - стичне навантаження колеса ; $f_{ст}$, — статична деформація.

Протікання характеристики пружності підвіски в основному залежить від Конструкції пружного елемента. Для забезпечення високої плавності ходу автомобіля бажано, щоб пружні елементи підвіски мали змінну, прогресивно наростаючу жорсткість. На рис.5.3 приведена бажана характеристика пружності підвіски [9].

Площа під кривою характеристики пружності відображає у певному масштабі динамічну енергоємність підвіски, яка еквівалентна роботі, необхідної для повної деформації пружного елемента.

Сталеві пружні елементи у вигляді одиничних напівеліптичних ресор, витих пружин, або торсіонів мають постійну жорсткість (на рис. 5.3 це прямі лінії). Забезпечуючи роботу підвіски у середньому діапазоні переміщень колеса, вони у той же час не задовольняють вказаним вище вимогам прогресивного зростання RZ дин при меншій деформації. Такий же коефіцієнт динамічності, як і при змінній жорсткості пружного елемента, у них може бути досягнутий при значно збільшеній деформації f_d , що досить важко забезпечити конструктивно.

В існуючих конструкціях підвісок при змінах корисного навантаження від мінімального до максимального навантаження від підресорної маси, яке обумовлює величину статичної деформації $f_{ст}$, змінюється у передніх підвісок на 10...30%, у задніх підвісок на 45...60% - для легкових автомобілів і на 250...400% - для вантажних автомобілів та автобусів. При розробці конструкції підвісок величину динамічної деформації $f_{дин}$ приймають в залежності від статичної деформації: для легкових автомобілів $f_{дин} = (0,5...0,7) f_{ст}$; для автобусів $f_{дин} = (0,7...0,9) f_{ст}$; для вантажних автомобілів $f_{дин} = (0,8...1,0) f_{ст}$.

Для збереження оптимальної частоти власних коливань підресореної маси автомобіля при змінах навантаження необхідно підтримувати постійність статичної деформації підвіски, змінюючи її жорсткість пропорційно вертикальному навантаженню.

Для задоволення цим вимогам у підвісках з одинарним пружним елементом частіш за все застосовують додаткові пружні пристрої (сталеві або гумові), що вступають у роботу при великих деформаціях підвіски. Завдяки підвищеній енергоємності та нелінійній характеристиці пружних властивостей гуми, жорсткість підвіски у випадку спільної роботи сталюого та гумового елементів прогресивно зростає. Зміна жорсткості такого комбінованого пружного пристрою дозволяє покращити характеристику пружності підвіски і захистити її від пробоїв.

Для побудови характеристики пружності підвіски з додатковим гумовим пружним елементом необхідно враховувати, що деформація гумового пружного

елементу деформації $f_{\text{гум}}$ не може перевищувати половини його висоти $h_{\text{гум}}$, тобто $f_{\text{гум}} \leq 0,5h_{\text{гум}}$.

Визначаючи координати характерних точок, характеристики пружності підвіски з подвійним пружним елементом, необхідно враховувати, що додатковий пружний елемент повинен вступати у роботу при $(0,6...0,7)Z_{\text{ст}}$,

Порядок проведення дослідження.

Підготовчі операції:

1. Доводимо внутрішній тиск повітря в шині до норми – 0,2 МПа.
2. За допомогою навантажувального пристрою підводимо автомобільне колесо до барабана, до нульової позначки на шкалі.
3. Встановлюємо перешкоду.

Проведення роботи:

1. Фіксуємо положення покажчика на вертикальній шкалі, лінійці.
2. Вмикаємо привід, і визначаємо параметри підвіски (відхилення на вертикальній шкалі що виникають при наїзді колеса на перешкоду. Дослідження проводимо з різними типами шин, перешкод, та зміною навантаження.

3. Вимикаємо стенд, отримані результати зводимо в таблиці.

Результати дослідження пружності підвіски автомобіля ВАЗ-2101.

Таблиця 5.3. Результати дослідження автомобільної підвіски ВАЗ-2101 з автомобільним колесом 155/87-13 Висота перешкоди 5 мм, контакт точковий (2 точки $\varnothing 16$ мм), $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
1	0	22	5	2	6
2	100	22	5	3	5
3	150	20	4	3	4
4	200	20	3	4	3
5	250	18	3	4	2
6	300	14	2	3	1

Таблиця 5.5. Результати дослідження автомобільної підвіски ВА3-2101 з автомобільним колесом 155/87-13. Висота перешкоди 10 мм, контакт по всій ширині шини, $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
7	0	22	17	10	20
8	100	21	15	12	20
9	150	20	10	14	15
10	200	19	10	15	13
11	250	17	10	15	12

Таблиця 5.5. Результати дослідження автомобільної підвіски ВА3-2101 з автомобільним колесом 155/87-13. Висота перешкоди 20 мм, контакт по всій ширині шини $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
12	0	22	30	5	35
13	100	21	25	15	30
14	150	20	20	10	25
15	200	19	20	10	25

Таблиця 5.6. Результати дослідження автомобільної підвіски ВА3-2101 з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl. Висота перешкоди 5 мм, контакт точковий (2точки $\varnothing 16$ мм) $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
16	0	23	3	1	2
17	100	23	4	2	6
18	150	22	5	2	4
19	200	21	2	1	3
20	250	20	3	1	2
21	300	16	1	1	0

Таблиця 5.7. Результати дослідження автомобільної підвіски ВА3-2101 з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl. Висота перешкоди 10 мм, контакт по всій ширині шини $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
22	0	23	20	15	25
23	100	23	15	8	25
24	150	22	17	8	15
25	200	20	15	15	10
26	250	16	10	15	10

Таблиця 5.8. Результати дослідження автомобільної підвіски ВА3-2101 з автомобільним колесом 145SR13 FULDA Diadem Stahl. Висота перешкоди 20 мм, контакт по всій ширині шини $p=0,2$ МПа, $t_{\text{пов}}=24^{\circ}\text{C}$

№ п/п	Навантаження, Q, кг	Швидкість, V, км/год	Коливання підвіски		
			при додатному прискоренні, α , мм	при сталій швидкості, β , мм	при від'ємному прискоренні, γ , мм
27	0	22	30	20	35
28	100	23	25	14	35
29	150	22	22	14	30
30	200	20	20	20	30
31	250	18	15	10	25

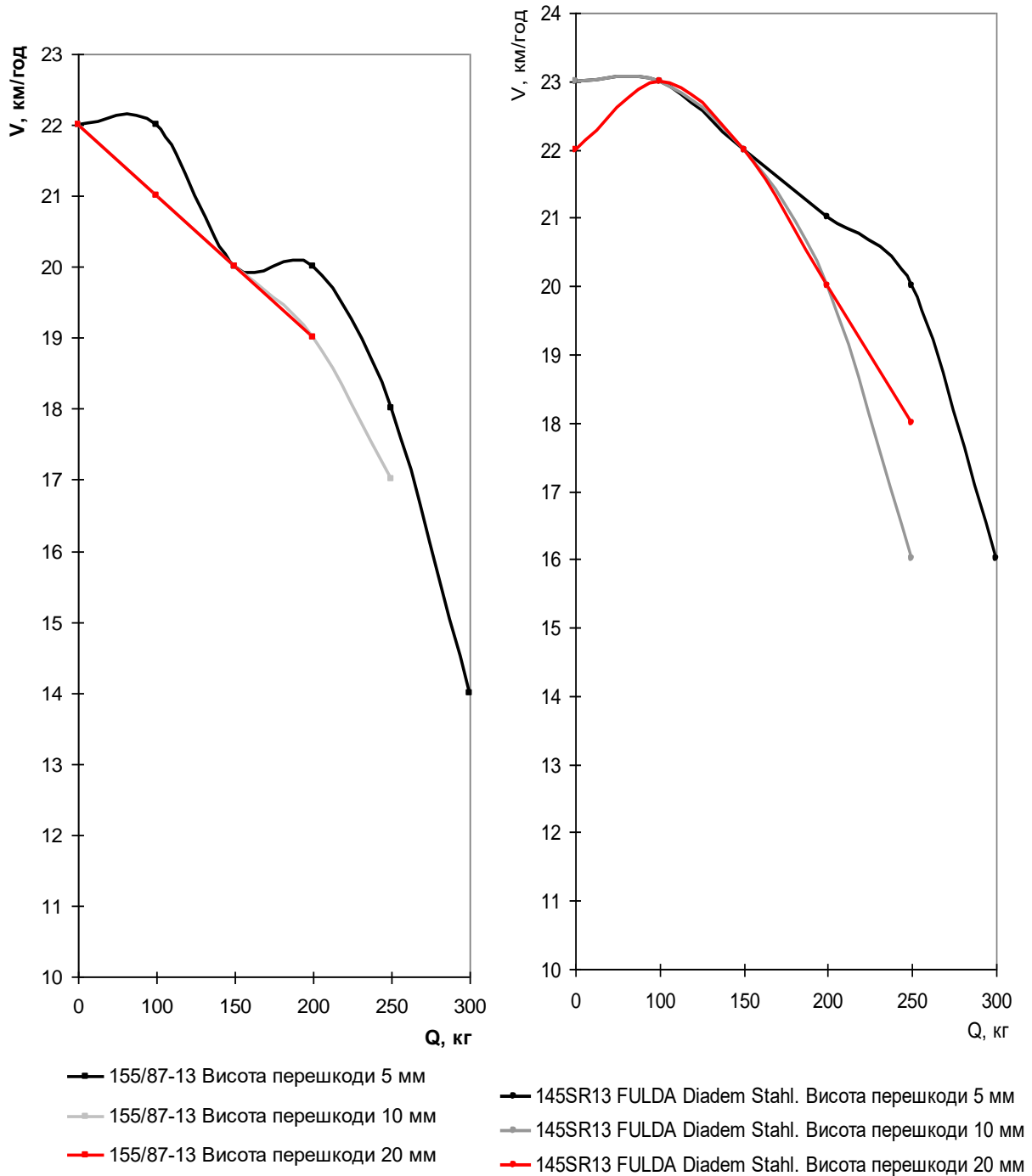


Рисунок 5.4 – Графік залежності зміни лінійної швидкості від навантаження за різних перешкод.

З графіка (рис. 5.4) ми бачимо, що при збільшенні висоти перешкод та навантаженнях швидкість зменшується. Порівнявши отримані результати досліджень двох типів шин, бачимо, що радіальна шина краще долає перешкоди, і менше втрачає швидкість обертання колеса.

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Організація робіт на дільниці

Запропонована технологія виготовлення втулок маятникового важеля автомобілів ВАЗ дозволяє виготовляти деталі типу ступінчаста втулка з полімерних матеріалів для широкого спектру автомобілів. В даному проекті річна програма виготовлення втулок становить 3000 штук. Дана програма цілком забезпечується потребами.

На дільниці по виготовленню втулок маятникового важеля автомобілів сімейства ВАЗ технологічним процесом передбачено ряд операцій: подрібнення, змішування, термічні, контрольна. Кожну операцію виконують робітники відповідного фаху та розряду.

Роботи на дільниці організуються таким чином, щоб при виготовленні втулок маятникового важеля забезпечувалась послідовність технологічного процесу.

6.2 Розрахунок трудомісткості та об'єму робіт на дільниці виготовлення втулок маятникового важеля

Загальну трудомісткість виготовлення визначаємо з добутку річної програми випуску деталей та трудомісткості виготовлення однієї деталі:

$$T_{\text{заг}} = T_n \cdot N = 0,73 \cdot 3000 = 2190 \text{ люд.-год.},$$

де T_n – трудомісткість виготовлення однієї деталі, люд.-год.;

N – річна програма виготовлення деталей, $N=3000$ шт.

Трудомісткість виготовлення однієї деталі визначається як сума норм часу всіх операцій технологічного процесу виготовлення втулок. Переводячи норми часу в години та додаючи їх визначаємо загальну трудомісткість виготовлення деталей

$$T_n = T_{n005} + T_{n010} + T_{n015} + T_{n020} + T_{n025} + T_{n030} + T_{n035} + T_{n040} + T_{n045} + T_{n050} = 0,73$$

ЛЮД.-ГОД.,

де T_{n005} , T_{n010} , T_{n015} , T_{n020} , T_{n025} , T_{n030} , T_{n035} , T_{n040} , T_{n045} , – трудомісткість відповідних операцій.

Об'єм робіт по видам знаходимо згідно з трудомісткістю виконуваних технологічних операцій.

Порізка

$$T_p = T_{n005} \cdot N = 0,05 \cdot 3000 = 15 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Подрібнення

$$T_{\text{под}} = (T_{n010} + T_{n020}) \cdot N = 0,031 \cdot 3000 = 93 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Змішування

$$T_{\text{зм}} = T_{n015} \cdot N = 0,008 \cdot 3000 = 24 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Термічна

$$T_{\text{терм}} = (T_{n025} + T_{n045}) \cdot N = 0,57 \cdot 3000 = 1710 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Рихлення

$$T_n = T_{n030} \cdot N = 0,018 \cdot 3000 = 54 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Зважування

$$T_{\text{зв}} = T_{n035} \cdot N = 0,031 \cdot 3000 = 93 \text{ ЛЮД.-ГОД.}$$

Пресувальна

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{н040}} \cdot N = 0.035 \cdot 3000 = 105 \text{ люд.-год.}$$

Контрольна

$$T_{\text{к}} = T_{\text{н045}} \cdot N = 0.032 \cdot 3000 = 96 \text{ люд.-год.}$$

Отримані результати заносимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Розподіл трудомісткості по видам робіт.

Найменування робіт	Трудомісткість, люд.-год.
Порізка	15
Подрібнення	93
Змішування	24
Термічна	1710
Рихлення	54
Зважування	93
Пресування	105
Контрольна	96
Всього:	2190

6.3 Розрахунок фондів часу

Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін та їх тривалістю. Тривалість робочої зміни та число робочих годин за тиждень визначається трудовим законодавством і складає 40 годин на тиждень [6].

При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями тривалість робочої зміни складає 8 годин, а в передсвяткові дні – 7 годин.

Визначаємо номінальний річний фонд часу робітників, діляниць, обладнання

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{р}} \cdot t_3 - D_{\text{с}} \cdot (t_3 - t_{\text{с}}) = 251 \cdot 8 - 5 \cdot (8 - 7) = 2003 \text{ год.},$$

де $D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів в році;

t_3 – тривалість робочої зміни;

$D_{\text{с}}$ – кількість передсвяткових днів в році;

$t_{\text{с}}$ – тривалість робочої зміни в передсвяткові дні.

Дійсний річний фонд часу роботи менший номінального фонду на час, пов'язаний з відпустками, виконанням державних та суспільних обов'язків.

Дійсний річний фонд часу визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = [\Phi_{\text{н}} - (d_{\text{в}} + d_{\text{у}} + d_{\text{д}} + d'_{\text{д}} + d_{\text{н}}) \cdot t_3]$$

де $d_{\text{в}}$ – кількість відпускних днів в запланованому періоді, $d_{\text{в}} = 18$ та 24 дні ;

$d_{\text{у}}$ – кількість відпускних днів робочим – учням вечірніх та заочних учбових закладів, $d_{\text{у}} = 30$ днів;

$d_{\text{д}}$ – кількість днів декретної відпустки, складає 1.6% від кількості робочих днів в році, $d_{\text{д}} = 251 \cdot 1.6\% = 4$ дні;

$d'_{\text{д}}$ – кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням державних та суспільних обов'язків, складає 0.5% від кількості робочих днів у році, $d'_{\text{д}} = 251 \cdot 0.5\% = 1$ день;

$d_{\text{н}}$ – кількість інших невиходів на роботу складає 0.5% від кількості робочих днів у році, $d_{\text{н}} = 251 \cdot 0.5\% = 1$ день.

Знаходимо дійсний річний фонд часу в залежності від тривалості відпустки

$$\Phi_{\text{д}18} = [2003 - (18 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8] = 1571 \text{ год};$$

$$\Phi_{\text{д}24} = [2003 - (24 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8] = 1523 \text{ год};$$

де $\Phi_{\text{д}18}$ та $\Phi_{\text{д}24}$ - відповідно фонд часу при 18 та 24 денній відпустці.

Дані фондів часу для різних робіт зведені в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Відомість номінальних та дійсних фондів часу робітників.

Назва спеціальності робітника	Кількість відпускних днів	Номіналь- ний фонд часу, год	Дійсний фонд часу, год	Тривалі- сть робочої зміни, год
Слюсарі	18	2003	15	8
Слюсарі-	18	2003	15	8
Термісти	24	2003	15	8

Річний фонд часу робочого місця визначаємо за формулою

$$\Phi_{р.м.} = \Phi_{н.} \cdot n_p \cdot c,$$

Річний фонд часу для обладнання, яке працює в одну зміну

$$\Phi_{р.м.} = 2003 \cdot 1 \cdot 1 = 2003 \text{ год};$$

для обладнання яке працює в дві зміни

$$\Phi_{р.м.} = 2003 \cdot 1 \cdot 2 = 4006 \text{ год.}$$

Річний фонд часу обладнання ділиться на номінальний та дійсний. Їх визначають за формулами, відповідно

$$\Phi_{о.н.} = \Phi_{н.} \cdot c; \quad \Phi_{о.д.} = \Phi_{н.} \cdot c \cdot \eta,$$

Визначаємо дійсний та номінальний фонд часу обладнання:

$$\Phi_{о.д.1} = 2003 \cdot 1 \cdot 0.97 = 1942 \text{ год};$$

$$\Phi_{о.н1} = 2003 \cdot 1 = 2003 \text{ год.}$$

$$\Phi_{o,d,2}=2003 \cdot 2 \cdot 0.97=3885 \text{ год};$$

$$\Phi_{o,n2}=2003 \cdot 2=4006 \text{ год.}$$

6.4 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі ділянки, що проектується.

Відповідно до плану операцій технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля приймаємо таких основних робітників: для операцій 005, 010, 015, 020 – слюсарі; операції 025,045 – термісти; операції 030, 035, 040, 050 – слюсарі-контролери.

Заявочна та списочна кількість основних робітників визначається окремо для кожного виду робіт по трудомісткості за формулами:

$$P_z = \frac{T}{\Phi_n \cdot K};$$

$$P_c = \frac{T}{\Phi_d \cdot K},$$

Визначаємо заявочну та списочну кількість робітників для кожного виду робіт:

Слюсарі

$$P_z = \frac{480}{2003 \cdot 1.05} = 0,23;$$

$$P_d = \frac{480}{1571 \cdot 1.05} = 0,31 .$$

Аналогічно розраховуємо для інших видів робіт та результати заносимо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3. – Штатна відомість дільниці виготовлення втулок

маятникового важеля.

Найменування спеціальностей працівників	Трудомісткість робіт, год	Номінальний фонд часу, год	Заявочна кількість робітників		Дійсний фонд часу, год	Списочна кількість робітників	
			Розрахована	прийнята		Розрахована	прийнята
Слюсарі	480	2003	0,23	1	1571	0,31	1
Термісти	1710	2003	0,81	1	1523	1,07	1
Всього	2190			2			2

Розраховуємо необхідне технологічне обладнання для дільниці виготовлення втулок маятникового важеля.

Кількість одиниць основного обладнання визначаємо за формулою:

$$n_{об} = \frac{T_o}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3},$$

Необхідна кількість печей А114-М:

$$n_{A114} = \frac{T_n}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_3} = \frac{1710}{1942 \cdot 0.85} = 1,03, \text{ приймаємо } 1 \text{ піч.}$$

Аналогічно розраховуємо кількість обладнання для інших операцій технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля.

Згідно з розрахованою кількістю основного обладнання складаємо відомість обладнання дільниці, таблиця 6.6.

Площу дільниці виготовлення кульових опор розраховуємо за сумарною площею під обладнанням

$$F = \sum_{i=1}^n f_o \cdot k_s = 31,34 \cdot 4 = 125,6 \text{ м}^2,$$

Таблиця 6.4 – Відомість обладнання дільниці по виготовленню втулок маятникового важеля.

Найменування обладнання	Позначення на плані	Кількість	Тип або марка обладнання	Габаритні розміри обладнання, мм	Площа під обладнанням, м ²	Електрична потужність обладнання, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Машина для порізки		1	БРМ-4	1100×1000	1,10	1,3
Подрібнювач		1	КДУ-2	1500×1650	2,47	1,9
Змішувач		1	Д81-ПМ	700×1300	0,94	-
Установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів		1	МРП-1М	300×510	0,16	1,2
Піч		1	А-114М	2000×2280	4,56	24,0
Гідравлічний прес		1	ДВ.2436.00	700×780	0,55	4
Пристаосування для пресування втулок маятникового важеля		1	ППВМ-1		-	-
Ваги		1	ВНЦ-10	500×500	0,25	-
Стіл контролю		1		1500×2000	3,00	-

Закінчення таблиці 6.4.

1	2	3	4	5	6	7
Стелаж для інструментів і пристосувань		1	СП-45	800x2000	1,60	-
Пиловловлюючий агрегат		1	ЗИП-900		0,41	1,6
Всього:					21,04	41

Площу ділянки виготовлення втулок маятникового важеля розраховуємо за сумарною площею під обладнанням

$$F = \sum_{i=1}^n f_o \cdot k_3 = 21,04 \cdot 4 = 84,16 \text{ м}^2,$$

У відповідності до норм приймаємо площу ділянки 108 м².

6.5 Розробка планування ділянки.

При розробці ділянки по виготовленню втулок маятникового важеля аналізуємо технологічні маршрути виготовлення деталей та обираємо засоби для міжопераційного переміщення.

Для забезпечення принципу прямопоточності визначаємо послідовність встановлення обладнання, визначаємо технологічні маршрути деталей, які порушують цей принцип і розробляємо планування яке максимально забезпечує принцип прямопоточності.

Одночасно визначаємо дійсне місце розташування кожного устаткування і кожного робочого місця з урахуванням раціональної організації робочого місця. Розташування устаткування координуємо відносно колон та стін будівель корпусу згідно з встановленими нормативами.

6.6 Енергетичні розрахунки по дільниці.

Розрахунок річної потреби в електроенергії виконуємо методом визначення навантаження з урахуванням коефіцієнту попиту, який враховує недовантаження по потужності та неодноразову роботу споживачів енергії.

Для кожної групи електроприймачів визначається активна потужність за формулою

$$P_a = K_n \sum^m P_{вст} ,$$

Визначаємо активну потужність:

$$P_a = 0,65 \cdot 41 = 26,65 \text{ кВт}$$

Річна потреба в електроенергії

$$W_p = \sum P_a \cdot \Phi_{о.д.} \cdot \eta_z = 26,65 \cdot 1942 \cdot 0,75 = 38815 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

Річна потреба пару та палива на опалення та вентиляцію визначаємо за формулою

$$Q_n = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} ;$$

$$Q_m = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{\kappa \cdot 1000 \cdot \eta_{\kappa}} ,$$

Визначаємо річну потребу пару

$$Q_n = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 432}{540 \cdot 1000} = 51,84 \text{ кг} \cdot \text{м}^3 ;$$

та палива

$$Q_n = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 432}{7000 \cdot 1000 \cdot 0.75} = 5,33 \text{ кг} \cdot \text{м}^3.$$

Визначаємо річну потребу води.

Для технологічних операцій та технологічних потреб приймаємо річну потребу води 120 м³.

6.7 Розрахунок освітлення

При проектуванні і розрахунку освітлення виробничих приміщень необхідно враховувати наступні основні вимоги:

- освітлення повинно бути достатнім, щоб робочий міг легко і швидко оперувати з об'єктами робіт;
- освітлення не повинно викликати різких тіней і засліплюючих бликів;
- обладнання освітлення повинно виконуватися з урахуванням характеру виробництва.

Площа скління, що забезпечує нормальне природне освітлення визначається за формулою

$$F_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{дільн}} \cdot \alpha}{\tau},$$

де $F_{\text{д}}$ – площа дільниці, м²;

α - коефіцієнт природного освітлення, $\alpha=0,25\dots0,35$;

τ - коефіцієнт, що враховує витрати світла від забруднення скла, $\tau=0,6\dots0,75$

$$F_{\text{пр}} = \frac{108 \cdot 0,35}{0,7} = 54 \text{ м}^2.$$

Штучне освітлення – освітлення приміщень електричними лампами різних конструкцій, що забезпечують достатнє освітлення робочих місць.

Кількість ламп, що необхідні для освітлення дільниці по складанню двигунів визначається за формулою

$$n = \frac{E_{\text{сер}} \cdot F_{\text{д}} \cdot k}{F_{\text{о}} \cdot \eta},$$

де $E_{\text{сер}}$ – середнє освітлення, $E_{\text{сер}}=50\dots75$ лк;

$F_{\text{д}}$ – площа полу, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу освітлення, $k = 1,6$;

$F_{\text{о}}$ – світловий потік кожної лампи. $F_{\text{о}}=2720$ люмен при потужності лампи 80Вт;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta=0,6$.

$$n = \frac{75 \cdot 108 \cdot 1,6}{2720 \cdot 0,6} = 11,9 \text{ ламп.}$$

Приймаємо 12 ламп. Для запобігання стробоскопічного ефекту люмінесцентні лампи об'єднують по дві кожному світильнику. Таких світильників на ділянці буде 6.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

7.1. Розрахунок річного фонду заробітної плати.

В умовах ринкових економічних відносин України особливого значення набуває техніко-економічне обґрунтування кожного об'єкта нової техніки. Це дозволяє оцінити економічну ефективність її розробки, виробництва та експлуатації, і на цій основі, прийняти єдине вірне управлінське рішення.

Нова техніка повинна бути не лише якісною, технологічно довершеною та конкурентоздатною, а й економічно доцільною і вигідною. Останнє може бути досягнуте лише у тому випадку коли усі науково-технічні рішення, прийняті на етапі проектування, будуть відповідати цим вимогам.

Економічний розділ цього дипломного проекту показує економічну ефективність використання нової технології виготовлення втулок маятникового важеля автомобілів ВАЗ.

Доцільність виготовлення будь-якого виробу можливо розглядати з двох сторін: технічної ефективності (швидкодія, надійність, універсальність) використання даного пристрою та економічної ефективності. Технічна ефективність була доведена в попередніх розділах.

Економічна ефективність характеризується, як правило, рівнем трудомісткості, тривалістю розробки та виготовлення, собівартістю та ціною на ринку.

Річний фонд заробітної плати працівників дільниці ремонту компресорів розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{зд} = \sum_{i=1}^k P_{\epsilon} \cdot H_{рем} + \sum_{i=1}^k \Pi_i + (1 + K_{np}) \cdot \sum_{i=1}^k R_c \cdot Z_{zmc} \cdot \Phi_{др},$$

де k – кількість найменувань вузла;

$H_{рем}$ – програма ремонту (складання - розбирання);

Π_i – премії відрядникам за виконання плану і за якість роботи;

P_{vi} – відрядна розцінка за операцію; $P_{vi} = Z_{чс} \cdot t_n \cdot K_i \cdot K_y$,

де $Z_{чс}$ – часова тарифна ставка відповідного розряду робітників;

t_n – норма часу на операцію;

K_i – коефіцієнт, який враховує доплати за інтенсивність;

K_y – коефіцієнт, який враховує доплати за умови праці;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, який враховує премії робітникам;

P_c – число робітників;

$Z_{гтс}$ – годинна тарифна ставка робітників.

$\Phi_{др}$ – дійсний фонд часу робітника.

Визначаємо розмір премії

$$П = 0,3 \cdot P_{vi} \cdot N = 0,3 \cdot 2,66 \cdot 3000 = 2394 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати допоміжних робітників

$$\Phi_{зпд} = 3,28 \cdot 1571 \cdot (1 + 0,2) \cdot 1 = 5255,9 \text{ грн.}$$

Таким чином фонд заробітної плати складе

$$\Phi_{зн} = 2,66 \cdot 3000 + 2394 + 5256 = 15630 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата робітників дільниці

$$Z_{mic} = \frac{\Phi_{зн}}{12 \cdot P_{сн}} = \frac{15630}{12 \cdot 2} = 651,25 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.1 – Перелік операцій, норм часу на їх виконання і розцінки.

Найменування переходів	Норми часу, хв..	Розряд	Годинна тарифна ставка (грн)	Розцінка за операцію (грн)
1	2	3	4	5
Порізка	0,005	2	3,61	0,018
Подрібнення	0,031	2	3,61	0,112
Змішування	0,008	2	3,61	0,029
Термічна	0,57	2	3,61	2,057
Рихлення	0,018	3	4,10	0,073
Зважування	0,031	2	3,61	0,112
Пресування	0,035	2	3,61	0,126
Контрольна	0,032	3	4,10	0,131
Разом:				2,66

7.2 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення ділянки виготовлення втулок маятникового важеля розраховуємо за формулою:

$$K_{вк} = K_{б\text{уд}} + K_{обл} + K_{ін}$$

Визначаємо капітальні вкладення в будівлі і споруди

$$K_{б\text{уд}} = S_{б\text{уд}} \cdot Ц = 108 \cdot 270 = 29160 \text{ грн.},$$

де $S_{б\text{уд}}$ – площа ділянки;

$Ц$ – ціна 1 м².

Капітальні вкладення в обладнання

$$K_{обл} = S_{б\ddot{y}д} \cdot C_{пит} = 108 \cdot 250 = 27000 \text{ грн.},$$

де $C_{пит}$ – питомі вкладення в обладнання на 1 м².

Капітальні витрати на інструмент та оснащення складають

$$K_{ін} = 0,08 \cdot K_{обл} = 0,08 \cdot 27000 = 2160 \text{ грн.}$$

$$K_{вк} = 29160 + 27000 + 2160 = 58320 \text{ грн.}$$

7.3 Розрахунок витрат на енергоносії

На електроенергію освітлювальну

$$B_{осв} = W_{ел} \cdot C_{ел} = 336 \cdot 0,44 = 147,84 \text{ грн.}$$

На електроенергію силову

$$B_{ел} = W_{ел} \cdot C_{ел} = 38815 \cdot 0,44 = 17078 \text{ грн.}$$

Витрати на воду

$$B_{вод} = Q_{вод} \cdot C_{вод} = 120 \cdot 4,87 = 584,40 \text{ грн.}$$

Витрати на пар і паливо

$$B_{n,n} = Q_n \cdot C_n + Q_m \cdot C_m = 51,84 \cdot 4,6 + 5,33 \cdot 230 = 1463,9 \text{ грн.}$$

7.4 Визначення собівартості виготовлення втулки маятникового важеля

Визначаємо собівартість виготовлення втулки маятникового важеля за формулою:

$$C_{скл} = Z_{од} + B_{ст} + K_{цех} + P_{уст},$$

$Z_{од}$ – заробітна плата, основна і додаткова;

$$Z_{од} = P_{сд} \cdot \left(1 + \frac{V}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{S}{100}\right) = 2,66 \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,2) = 3,51 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування

$$B_{ст} = \frac{H_{ом} \cdot Z_{од}}{100} = \frac{37 \cdot 3,51}{100} = 1,29 \text{ грн.}$$

Цехові витрати:

$$K_{цех} = \frac{Z_{од} \cdot \%Ц}{100} = \frac{2,66 \cdot 25}{100} = 0,66 \text{ грн.}$$

Тоді собівартість виготовлення втулки:

$$C_{скл} = 3,51 + 1,29 + 0,66 = 5,46 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг робіт виконаний на ділянці виготовлення втулок маятникового важеля

$$C_n = 5,46 \cdot 3000 = 16380 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці

$$P_m = \frac{Q}{R} = \frac{16380}{2} = 8190 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники роботи ділянки по виготовленню втулок маятникового важеля заносимо в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 – Техніко-економічні показники роботи ділянки

Показник	Одиниця	Значення
1	2	3
Обсяг виробництва	грн.	16380
Фонд заробітної плати	грн.	15630
Чисельність робітників	чол.	2
Продуктивність праці одного робітника	грн/чол.	8190
Собівартість виготовлення втулки	грн.	5,46
Витрати на енергію	грн.	1722,5
Витрати на пар та паливо	грн.	1463,9
Середньомісячна заробітна плата	грн.	651,25
Планований річний прибуток підприємства	грн.	2457

Вартість виготовлення втулки з торгівельною надбавкою:

$$B_{\pi} = 5,46 \times 1,15 = 6,28 \text{ грн.}$$

Річний прибуток підприємства від впровадження технологічного процесу виготовлення втулок складе:

$$P_{\pi} = (B_{\pi} - S_{\pi}) \times \Pi = (6,28 - 5,46) \times 3000 = 2457 \text{ грн.}$$

де Π – програма виготовлення втулок, шт.

Економія споживача за рахунок впровадження технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля при ремонті маятникового важеля автомобіля ВАЗ складе:

$$E_c = (B_n - B_v) \times 2 = (7,5 - 6,28) \times 2 = 2,44 \text{ грн.}$$

де B_n – вартість нової втулки з базового матеріалу, грн.

Висновки.

Розрахунки підтверджують доцільність виготовлення втулок маятникового важеля для автомобілів ВАЗ моделей 2101-2107.

При застосуванні технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля у підприємства є можливість отримувати додаткові прибутки в розмірі 2457 грн., а для споживача витрати на запасні частини для ремонту маятникового важеля скорочуються на 2,44 грн.

7.5 Розрахунок економії при ремонті маятникового важеля без заміни осі важеля

Як було сказано раніше, під час експлуатації маятникового важеля інтенсивному зносу піддається пара тертя втулка-вісь. При його ремонті зношені деталі, як правило замінюються на нові. Запропонований технологічний процес виготовлення втулок маятникового важеля дозволяє виготовляти втулки зі змінним внутрішнім діаметром, враховуючи знос робочих поверхонь осі важеля. Отже є можливість в подальшому застосовувати зношену вісь, що безперечно здешевлює вартість ремонту.

Економія споживача при ремонті маятникового важеля із застосуванням запропонованого технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля складе:

$$E_{c1} = (2B_{вн} + B_{он}) - 2B_v$$

$$E_{c1} = (2 \cdot 7,5 + 19,43) - 2 \cdot 6,28 = 34,43 - 12,56 = 21,87 \text{ грн.}$$

де $V_{вн}$ – вартість нової втулки, виготовленої з базового матеріалу – поліуретан, грн.;

$V_{он}$ – вартість нової осі маятникового важеля, грн.;

$V_{в}$ – вартість втулки, виготовленої за запропонованим технологічним процесом з використанням матеріалу флубон-20, грн..

Отже при ремонті маятникового важеля за запропонованими в дипломному проекті технологічними рішеннями споживач економить кошти в розмірі 21,87 грн.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Аналіз небезпек на ділянці

Шкідливість і небезпека виробництва переробки фторопластових композицій флубон визначається властивостями застосовуваної сировини. Основною складовою частиною всіх композицій флубон є фторопласт-4. Для протирання змішувача і поліетиленових плівок використовується спирт етиловий технічний. Наповнювачами композиції флубон є вуглецеві волокна з вуглецевих тканин УТМ-8, ТГН-2м і дисульфід молібдену ДМ-1, ДМ-3, графіт С-1.

Фторопласт-4 і фторопластові композиції флубон невибухонебезпечні, негорючі і при кімнатній температурі не роблять шкідливого впливу на організм людини при безпосередньому контакті. При нагріванні вище 250°C починається термоокисна деструкція фторопласту-4 з виділенням перфторізобутилену, фтористого водню й окису вуглецю. При підвищенні гранично допустимих концентрацій фтористий водень, перфторізобутилен дратує слизові оболонки дихальних шляхів, викликають запальні процеси органів дихання, а при високих концентраціях — набряк легенів. Роботу в аварійних випадках (пожежа і т.д.) варто проводити в протигазах БКФ.

У виробничих приміщеннях не допускається паління, тому що пил фторопласта-4, потрапляючи на цигарку, згоряє і в легені курящого можуть потрапити токсичні гази високої концентрації.

Окис вуглецю викликає задуху внаслідок утворення карбоксигемоглобіну, діє на центральну нервову систему.

Вдихання високодисперсних часток самого полімеру, а також летучих продуктів, що виділяються із фторопласту-4 при нагріванні, викликає явища полімерної лихоманки, що нагадують металеву (висока температура, озноб, роздратування верхніх дихальних шляхів, кашель, задишку).

В процесі подрібнення вуглецевих тканин, змішування компонентів композиції і пресування заготовок флубон відбувається виділення пилу вуглецевих волокон, дисульфиду молібдену, графіту.

Тканини УТМ-8 і ТГН-2м є продуктом термообробки віскозних тканин при температурі 850°C (УТМ-8) і 2400°C (ТГН-2м) в інертній атмосфері. Тканина УТМ-8 містить не менше 60-70% вуглецю, тканина ТГН-2м містить не менше 96-99,5% вуглецю.

Подрібнене волокно з тканин марок УТМ-8, ТГН-2м являє собою волокнистий злегка грудкуватий порошок чорного кольору.

Пил вуглецевого волокна в суміші з повітрям не утворює вибухонебезпечних концентрацій. Пил вуглецевого волокна при вдихуванні високих концентрацій викликає подразнення слизової оболонки очей, кашель і біль в грудях, задуху, може викликати запылення легень, подразнення шкіри, дерматит.

Температура початку повільного окислення на повітрі тканини УТМ-8 +500°C, тканини ТГН-2м +680°C. При окисленні вуглецевих тканин виділяються окис і двоокис вуглецю.

Пил вуглецевого волокна змивається мильною водою.

Роботи з вуглецевим волокном проводити в респіраторі типу У2К, ШБ-1 (“лепесток”), ПРШ-2М-59, працювати в спецодязі.

Спирт етиловий, застосовується в якості допоміжного матеріалу — легкозаймиста безколірна рідина з характерним запахом, відноситься до сильнодіючих наркотиків, що викликають спочатку збудження, а потім параліч нервової системи.

При місцевому контакті з етиловим спиртом спостерігається сухість шкіри, зрідка — утворення тріщин. Після роботи рекомендується змастити руки вазеліновим маслом або гліцерином. При гострих отруєннях через рот — негайна госпіталізація.

Гранично допустима концентрація парів етилового спирту в повітрі виробничих приміщень 1000 мг/м³.

Категорія і група вибухонебезпечної суміші етилового спирту з повітрям — 2Б.

Температура самозаймання 404°C.

Температурні границі займання :

нижній 11°C, 3,6% за об'ємом, 68 г/м³ ;

верхній 41°C, 19% за об'ємом, 340 г/м³.

При роботі з етиловим спиртом повинна бути забезпечена приточно - витяжна вентиляція і суворе дотримання всіх діючих правил техніки безпеки.

В якості первинних засобів варто використовувати вогнегасники ОХП-10, порошкові і газові.

Графіт С-1 порошок темно-сірого кольору. Негорючий, невибухонебезпечний. При температурі 630°C повільно окислюється з утворенням окису і двоокису вуглецю. Роботи з графітом необхідно проводити в респіраторі типу У-2К, ШБ-1 (“лепесток”) і ін.

Гранично допустимі концентрації в повітрі робочої зони виробничих приміщень:

	мг/м ³	Клас небезпеки
фтористого водню	0,05	1
тетрафторетилену	20	4
перфторізобутилену	0,1	1
окису вуглецю	20	4
аерозолю фторопласту-4	10	3
пилу графіту	10	4

8.2 Проектування вентиляція дільниці

На дільниці по виготовленню втулок маятникового важеля необхідно передбачити вентиляцію. Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції — вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечити в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Вентиляція може бути природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно).

На даній ділянці існує природна, штучна (механічна) та місцева вентиляції.

Ефективність дії систем вентиляції та кондиціонування повітря залежить не тільки від забезпечення необхідного повітрообміну, але й від схеми організації повітрообміну, тобто вибору зони вилучення та подачі необхідної кількості повітря.

Схеми вентиляції визначаються:

- специфікою виробничого приміщення;
- характером шкідливості;
- місцем їх виділення;
- кратністю повітрообміну.

У виробничих приміщеннях при проектуванні загальнообмінної вентиляції можлива організація повітрообміну за такими схемами: зверху вниз, знизу вверх, зверху вверх, знизу вниз, а також і за змішаними схемами (рисунок 8.1).

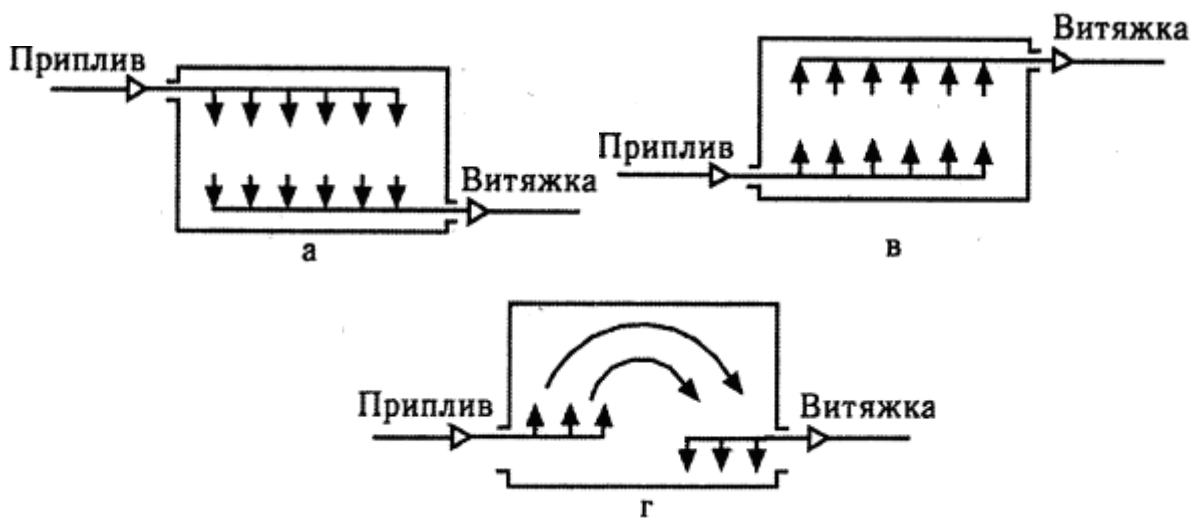


Рисунок 8.1 – Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: а — зверху вниз; б — зверху вверх; в — знизу вверх; г — знизу вниз.

Схеми зверху вниз та зверху вверх доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу від температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони

нагрівається за рахунок повітря приміщення. Схему зверху вверх також застосовують, коли кратність повітрообміну не перевищує 5 і в приміщенні відсутні токсичні виділення. Схеми знизу вверх та знизу вниз рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища від температури внутрішнього повітря.

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря, то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% — з верхньої. Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні.

Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. На даній ділянці природна вентиляція організована.

Організована природна вентиляція називається аерацією. Для аерації в стінах будівлі роблять отвори для надходження зовнішнього повітря, а на даху чи у верхній частині будівлі встановлюють ліхтарі для виведення відпрацьованого повітря.

Для регулювання припливного зовнішнього повітря в одно- та двопробльотних приміщеннях в теплий період року в зовнішніх стінах роблять отвори, що розташовані на висоті 0,3—1,8 м над підлогою. Припливні отвори дозволяється розміщувати в два ряди і більше у поздовжніх стінах будівлі, які повинні бути вільні від надбудов. Як припливні отвори також використовуються ворота, розсувні стіни та отвори у підлозі приміщень. Отвори для припливу зовнішнього повітря в холодний період року роблять у зовнішніх стінах, розташовуючи низ отворів у цехах (приміщеннях) висотою менше 6 м на висоті не менше 3 м над підлогою, а в приміщеннях висотою більше 6 м — на висоті не менше 4 м над підлогою.

Для видалення повітря з приміщення, що регулює приплив і витяжку (аерація) встановлюють незадувні аераційні та світлоаераційні ліхтарі та шахти різних конструкцій (рисунок 8.2).

Витяжні канали систем аерації доцільно розташовувати у внутрішніх цегляних стінах (мінімальний переріз каналів становить 130×140 мм); у спеціальних вентиляційних блоках; у вигляді приставних та підвісних каналів

біля внутрішніх стін, перегородок та перекриттів. Мінімальна товщина перегородок у цегляних стінах між каналами одного призначення та зовнішніх стінок каналів становить 120 мм.

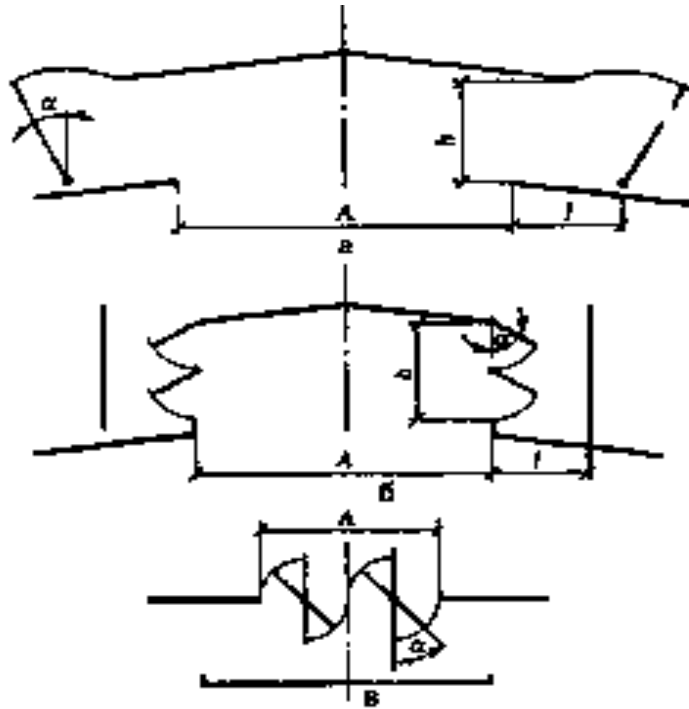


Рисунок 8.2 — Схеми незадувних аераційних ліхтарів:

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрязабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тисків, які створюються вентилятором. Механічна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, а також тоді, коли кількість або токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від зовнішніх метеорологічних умов.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. В свою чергу робоча вентиляція за місцем дії може бути загальнообмінною, місцевою, комбінованою.

Загальнообмінна вентиляція за напрямком потоку повітря може бути припливна, витяжна, припливно - витяжна.

На дільниці, що розглядається використовується загальнообмінна припливно- витяжна вентиляція.

Припливно- витяжна вентиляція застосовується у всіх приміщеннях, коли необхідно забезпечити підвищений і надійний обмін повітря. При такому виді вентиляції у виробничих приміщеннях з малими виділеннями шкідливих речовин доцільно створювати невеликий надлишковий тиск повітря, а у суміжних з ними приміщеннях зі значними виділеннями шкідливих речовин приплив повітря повинен складати 95% об'єму витяжки. А решта 5% припливного повітря надходить із суміжних, більш чистих приміщень.

У виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка, повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

Місцева витяжна вентиляція застосовується для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо у місцях їх виділення. Пристрої місцевої витяжної вентиляції (місцеві відсмоктувачі) умовно можна поділити на відсмоктувачі відкритого та закритого типів.

На даній дільниці використовуються місцеві відсмоктувачі відкритого типу.

До місцевих відсмоктувачів відкритого типу належать витяжні зонти, всмоктувальні панелі, бортові відсмоктувачі.

Конструкція місцевих відсмоктувачів повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом.

Основними чинниками при виборі типу місцевого відсмоктувача є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність),

положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

Витяжні зонти передбачені для вловлювання потоків шкідливих речовин, які направлені вгору. Їх доцільно використовувати у випадку, коли джерело утворення пилу, парів та газів переміщується по площі робочого місця, як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах.

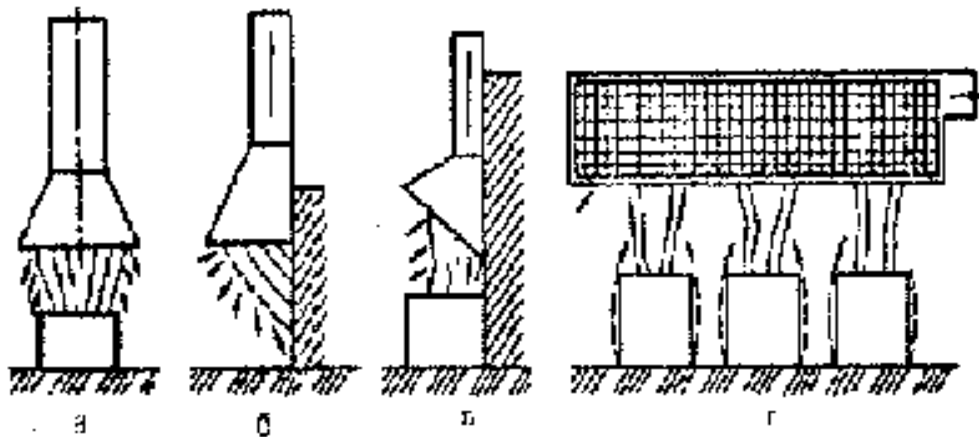


Рисунок 8.3 — Конструкція витяжних зонтів:

а, в- над тепловим джерелом; б- біля отвору печі; г- над декількома джерелами однакової полярності.

Всмоктувальні панелі встановлюють для локалізації шкідливих виділень, які захоплюються конвективними струменями, коли більш повне укриття джерела шкідливих виділень неможливе згідно умов технологічного процесу. Панелі розташовують збоку від джерела шкідливих виділень вертикально або похило. Відстань від панелі до джерела повинна бути не більшою за ширину джерела. Довжину панелі приймають в 1,2 рази більшою, ніж довжина джерела.

8.3 Оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини

Розвиток хімічної промисловості сприяє зростанню небезпеки для життєдіяльності людини. Це пов'язано з тим, що на різних хімічно-небезпечних об'єктах та в побуті дуже часто виникають аварії, пов'язані з

викидом або впливом сильнодіючих отруйних речовин в уражаючих концентраціях, небезпечних для життя і здоров'я людей.

В Україні спостерігається тенденція до росту кількості об'єктів, які виробляють, зберігають і використовують в промисловому виробництві сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Зараз таких об'єктів нараховується понад 2,5 тисячі.

Небезпека ураження робітників і службовців цими небезпечними отруйними речовинами вимагає швидкого їх виявлення і оцінки хімічної обстановки і обліку її виліву.

При оцінці хімічної обстановки необхідно визначити:

- межі зони хімічного зараження, площі зони⁴
- тривалість уражаючої дії отруйних речовин;
- часу підходу хмари зараженого повітря до границі об'єкту;
- терміну перебування людей в засобах індивідуального захисту;
- можливих втрат людей в осередку ураження.

Розробляємо оцінку хімічної обстановки, що утворилась на хімічно-небезпечному об'єкті з викидом СДОР – аміаку.

Вихідні дані:

Найменування СДОР – аміак

Кількість Q, т – 10

Відстань ємкості зі СДОР від об'єкту, R, м – 200

Швидкість вітру V, м/с – 3

Азимут вітру - 60°

Ступінь вертикальної стійкості атмосфери – ізотермія

Кількість робочої зміни, чол – 320

Забезпечення промисловими протигазами з фільтруючими коробками типу “М”, % - 80

1. Визначаємо час підходу зараженого повітря (хмари) до розташування об'єкту

$$Z = \frac{R}{W} = \frac{200}{4,5} = 44\text{с} = 0,74 \text{ хв},$$

де R – відстань від ємкості до об'єкту;

W – середня швидкість розповсюдження зараженого повітря, знаходимо з табл.

8.1

Таблиця 8.1 Середня швидкість переносу хмари зараженого повітря, W

Швидкість вітру V, м/хв	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,3	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

2. Визначаємо межі зони зараження (глибину (Г) і ширину (Ш) і площу

Глибина зони зараження при аваріях на необвалованих сховищах (ємкостях) для відкритої місцевості визначаємо по формулі

$$\Gamma = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{D^2 \cdot V^2}} = 34,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{10000}{15^2 \cdot 3^2}} = 1210 \text{ м,}$$

де Q – кількість СДОР, кг;

V – швидкість вітру;

D – уражаюча токсодоза, що дорівнює добутку уражаючої концентрації та експозиції.

Таблиця 8.2 Величина токсодози D, мг·хв/л

СДОР	Токсодоза, D	
	Уражаюча	Смертельна
Аміак	15	120

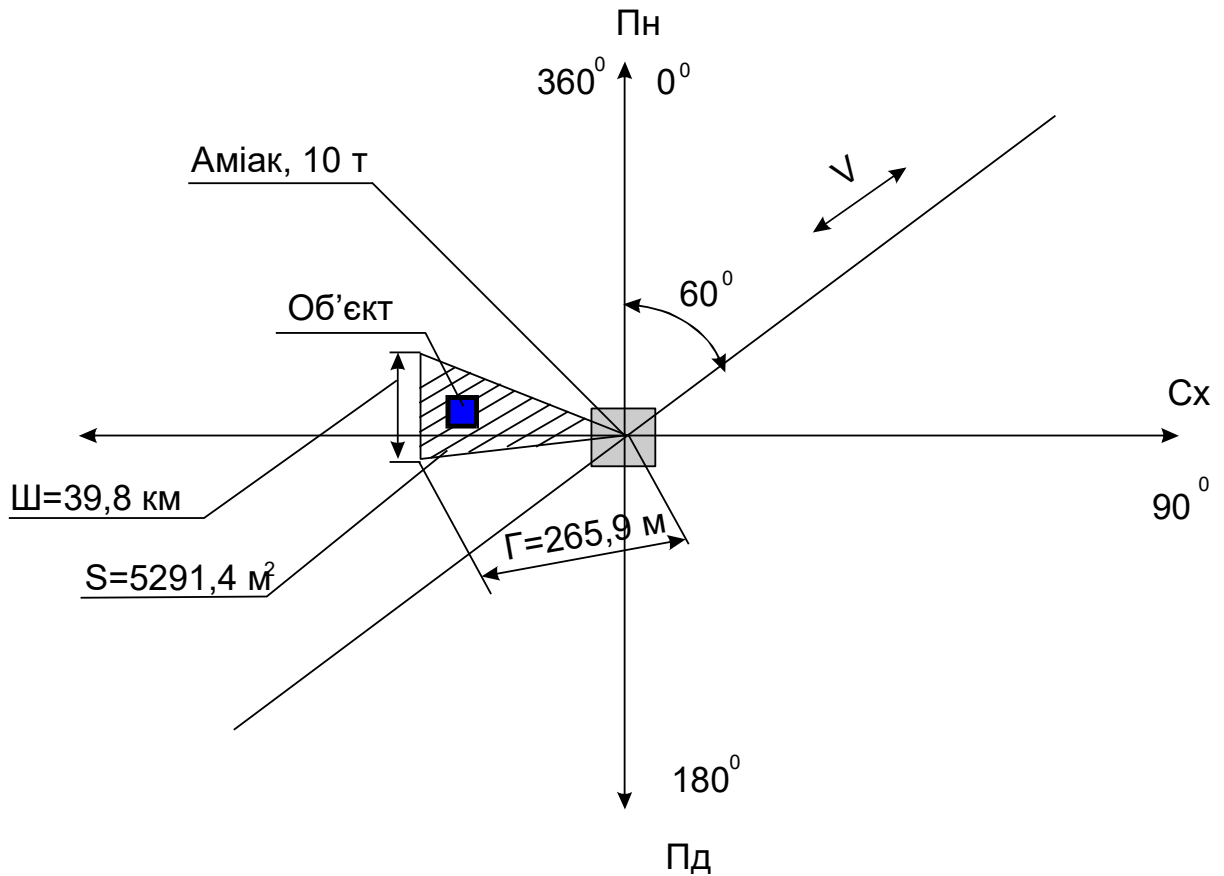


Рис.8.1 Графічне зображення ураженої зони

В умовах ізотермії глибина зони зараження зменшується в 1,3 рази, тому:

$$\Gamma = \frac{1210}{1,3} = 930,8 \text{ м.}$$

В умовах міської забудови глибина зони також зменшується в 3,5 рази, звідси дійсна величина глибини

$$\Gamma = \frac{930,8}{3,5} = 265,9 \text{ м.}$$

Ширина зони зараження визначаємо по формулі

$$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma = 0,15 \cdot 265,4 = 39,8 \text{ м.}$$

Площа зони зараження:

$$S = \frac{1}{2} \Gamma \cdot \text{Ш} = \frac{1}{2} \cdot 265,9 \cdot 39,8 = 5391,4 \text{ м}^2.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту визначається за формулою:

$$D = \frac{200 \cdot Q}{V \cdot R^{3/2}} = \frac{200 \cdot 10000}{3 \cdot 200^{3/2}} = 235,7 \text{ мг} \cdot \text{хв} / \text{л}.$$

Токсодоза в районі розташування об'єкту в 2 рази перевищує смертельну (табл. 8.2), тому робітників об'єкту необхідно забезпечити протигазами типу "М"

Визначаємо час ураження дії СДОР

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} \cdot k_{\text{ф}} = 20 \cdot 0,55 = 11 \text{ год},$$

де $t_{\text{вип}}$ – час випробування СДОР, год (табл. 3);

$k_{\text{ф}}$ – поправочний коефіцієнт для швидкості вітру (табл. 4)

Таблиця 8.3 Час випробування СДОР

СДОР	Вид сховища	
	Необваловане	обваловане
Аміак	1,2	20

Таблиця 8.4 Поправочний коефіцієнт для швидкості вітру $V > 1$ м/хв

Швидкість вітру V , м/хв	1	2	3	4	5	6
Поправочний коефіцієнт $k_{\text{ф}}$	1	0,7	0,55	0,43	0,37	0,22

Використовуючи дані про час уражаючої дії СДОР в районі об'єкту, та часу захисної дії промислових протигазів типу "М" (час захисної дії 0 120 хв) робимо висновки, що протигаз типу "М" не забезпечує захист робітників об'єкту на час уражаючої дії аміаку, тому людей необхідно евакуювати з зараженої зони на пізніше як за 120 хв (на протязі захисної дії протигазу).

Допустима кількість СДОР в ємності

$$Q = \frac{D_{ур} \cdot V \cdot R^{\frac{3}{2}}}{200} = \frac{15 \cdot 3 \cdot 200^{\frac{2}{3}}}{200} = 636 \text{ кг.}$$

Визначивши допустиму кількість аміаку в ємності, робимо висновок, що кількість аміаку, що зберігається в ємності на об'єкті перевищує допустиму і тому складає велику небезпеку для життя людей.

Визначимо втрати працюючих людей по табл. 8.5.

Таблиця 8.2 Можливості витрати робітників від СДОР в осередку ураження

Умови знаходження людей	Без проти-газів	Забезпечення людей протигазами								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Відкрита місцевість	90...100	75	55	58	50	40	35	25	18	10
В простих укриттях і будинках	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

За допомогою пропорцій знаходимо:

320 чол. – 80%

x чол. – 14%

$$x = \frac{320 \cdot 14}{80} = 56 \text{ чол.}$$

З них:

- з легким ступенем ураження 25% - 14 чол.
- з середнім і важким ступенем ураження 40% - 22 чол.
- зі смертельним ураженням 35% - 20 чол.

Висновок: люди, що втратили працездатність складають – 42 чол. (22 – з середнім і важким ступенями і 20 зі смертельним виходом).

Результати оцінки хімічної обстановки зводимо в табл. 8.6.

Таблиця 8.6 Результати оцінки хімічної обстановки

Джерело зараження	Тип СДОР	Кількість СДОР	Глибина зони зараження	Ширина зони зараження	Площа зони зараження	Втрати (чол)
Хімічно-небезпечний об'єкт	Аміак	10 т	265,9 м	39,8 м	5291,4 м ²	42

Висновки: по оцінці хімічної обстановки зробивши розрахунки можна визначити, що для того, щоб підвищити стійкість об'єкту в умовах хімічного зараження необхідно, в першу чергу, зробити обваловку ємкості з аміаком. Глибина зони зараження зменшиться при цьому в 1,5 рази. Зберігати в ємкості тільки допустиму кількість СДОР. Забезпечити протигазами всіх працюючих (100%) для зменшення людських втрат. Розташувати ємкість з аміаком як надалі від об'єкту. Евакуювати людей в напрямку протилежному напрямку розповсюдження зараженої хмари (тобто в північно-східному).

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Урбанізація та її негативні наслідки.

Серед основних причин збільшення кількості відходів є зростання кількості населення. Забруднення навколишнього середовища у наш час особливо зросло у великих містах, зокрема у великих індустріальних центрах.

Урбанізовані території займають 1% площі земної кулі, але зосереджують понад 50% населення Землі. При цьому їхня частка у загальному обсязі продукування відходів становить понад 80%. Сьогодні на кожного жителя планети припадає ~1 т сміття/рік.

В Україні тільки столиця Київ є багатомільйонним містом, населення якого сягнуло трьох мільйонів. Сім міст вже перевищили або сягають одномільйонного рубежу: Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Запоріжжя, Львів, Кривий Ріг. Переважна частина великих міст – це індустріальні комплекси, і серед основних їхніх проблем є продукування виробничих відходів та сміття. Як результат – ступінь поширення багатьох хвороб у великих містах набагато більший, ніж у малих містах чи селах. Така хвороба, як рак легенів, у великих містах нині реєструється у два – три рази частіше, ніж у сільських місцевостях. Тут набагато більше хворіють бронхітами, астмою, алергійними хворобами. Рівень інфекційних захворювань у містах також удвічі вищий.

Важливим є також той факт, що, за дослідженнями вчених, кількість відходів зростає набагато швидше, ніж кількість населення. Отже, причиною утворення великої кількості відходів є й спосіб життя людей, які використовують все більше пакувальних матеріалів, виготовляють і купують неякісні товари, що швидко виходять з ладу, викидають речі замість того, аби знайти їм інше застосування.

Вилучаючи з навколишнього середовища велику кількість речовин, людина змінює їх і повертає у вигляді сміття, яке тривалий час не розкладається. Наприклад, в природних умовах папір розкладається протягом 2

років, консервна бляшанка – понад 90 років, поліетиленовий пакет – понад 200 років, скло – понад 1000 років.

Отже, ознакою сучасності є загострення конфлікту між природним середовищем та суспільством: природа практично неспроможна самоочищатися та самовідновлюватися при потужному техногенному навантаженні.

9.2 Класифікація твердих відходів.

Відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються в процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. Відходи бувають твердими, рідкими та газоподібними. Загалом відходи є неоднорідними за хімічним складом, складними багатокomпонентними сумішами речовин, які мають різні фізико-хімічні та фізико-механічні властивості.

Пірен, фурані, миш'як. До особливо небезпечних відходів належать, зокрема: αНебезпечні відходи – відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку (наприклад, внаслідок взаємодії речовин під час зберігання) для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними. Найбільшу небезпеку для людини та біоти становлять відходи, які містять хімічні речовини I і II класу токсичності. Це відходи, до складу яких входять радіоактивні ізотопи, діоксини, пестициди, бензин пестициди (інсектициди, фунгіциди, гербіциди);

Ра-відходи, які утворюються на підприємствах ядерного паливного циклу та підприємствах, які використовують радіонукліди;

ртуть і її сполуки;

миш'як і його сполуки, які містяться у відходах металургійного виробництва і теплових електростанцій;

сполуки свинцю у відходах нафтопереробної та лакофарбної промисловості;

невикористані медикаменти, отрутохімікати, фарби, лаки, клеї, залишки побутової хімії.

Відходи як вторинна сировина – відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні або економічні передумови.

Державний класифікатор відходів – систематизований перелік кодів та назв відходів, призначений для використання в державній статистиці з метою надання різнобічної та обґрунтованої інформації про утворення, накопичення, оброблення (перероблення), знешкодження та видалення відходів.

Залежно від джерела утворення відходи поділяють на відходи виробництва, відходи споживання, сільськогосподарські та радіоактивні відходи.

Відходи виробництва (або промислові відходи) утворюються в результаті виробничих циклів; це залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися під час виробництва і частково або повністю втратили свої початкові споживчі якості.

Основними джерелами промислових відходів в Україні є: сталеплавильне, титано-магнієве, коксохімічне, залізо- і марганцеворудне виробництва, тепла енергетика, виробництво мінеральних добрив. До промислових відходів відносять шлами, недогарки, шлаки, відходи текстилю, відпрацьовані мастила і нафтопродукти, золу, пил, дими, аерозолі, смоли тощо.

Відходи споживання – це відходи в результаті життєдіяльності людини. Вони поділяються на комунальні стоки і тверді побутові відходи (харчові залишки, використана упаковка, відпрацьовані матеріали).

На початку людської історії відходами були залишки рослинного та тваринного походження. Вони не вимагали спеціального поводження, оскільки легко перегнивали, виступаючи складовою природного середовища. Побутове сміття вже давно не складається лише з органічних речовин, які швидко нейтралізуються природним шляхом.

До складу твердих комунальних відходів належать: папір, картон (41%); харчові відходи (21%); скло (12 %); залізо та його сплави (10%), штучні

органічні матеріали, головним чином, поліетилен (5%); дерево (5%); шкіра і гума (3%); текстиль (2 %); алюміній та інші метали (1%).

Сільськогосподарські відходи. В Україні існує понад 100 державних сховищ і майже 5000 складів, де накопичено до 22 тис. тонн пестицидів. Тривале їх зберігання викликає виникнення нових хімічних сумішей з непрогнозованими характеристиками.

Підвищену небезпеку для навколишнього середовища становлять відходи великих тваринницьких комплексів. До 70% цих відходів використовуються як органічне добриво, а інша частина надходить у поверхневі і підземні води, забруднюючи їх, роблячи непридатними для водопостачання без застосування складних енергоємних технологій очищення води.

Радіоактивні відходи. Однією з найскладніших проблем у сфері захисту навколишнього середовища є проблема утилізації радіоактивних відходів. За питомою активністю радіоактивні відходи поділяють на низькоактивні ($<0,1$ Ки/м^3), середньоактивні ($0,1\text{--}100$ Ки/м^3) і високоактивні (>1000 Ки/м^3). Деякі з радіоактивних радіонуклідів можуть зберігати смертоносну активність протягом сотень мільйонів років.

Актуальність зазначеної проблеми визначається низкою факторів, а саме: необхідністю забезпечення сталого розвитку атомної енергетики (Україна не має достатніх джерел нафти і газу); необхідністю ізоляції високоактивних відходів, що виникають після переробки відпрацьованого ядерного палива; значними обсягами радіоактивних відходів, накопичених в Україні при експлуатації ядерних установок, використанні джерел іонізаційного випромінювання і видобуванні уранових руд; необхідністю реабілітації територій, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС; необхідністю перетворення об'єкту «Укриття» на екологічно безпечну систему.

За оцінками фахівців, до 2025 року лише на АЕС України буде накопичено до 3300 м³ високоактивних радіоактивних відходів. Сьогодні на об'єкті «Укриття» зберігається щонайменше 44 000 м³ високоактивних відходів. Близько 12 500 м³ відходів знаходяться у пунктах захоронення Чорнобильської зони відчуження. На майданчику ЧАЕС зберігається близько 2400 т відпрацьованого ядерного палива. Таким чином, до 2025 року в Україні

буде накопичено загалом до 62 000 м³ радіоактивних відходів, для ізоляції яких необхідно створити геологічне сховище об'ємом до 160 000 м³. Сьогодні ці відходи зберігаються без дотримання вимог радіаційного захисту населення і навколишнього середовища.

Правові аспекти ізоляції радіоактивних відходів регулюються Законом України «Про поводження з радіоактивними відходами».

Щодо радіоактивних відходів застосовують зберігання і захоронення; вибір заходів залежить від економічних і соціально-політичних факторів. В Україні використовується така форма поводження з радіоактивними відходами, як зберігання. Захоронення відходів у геологічних сховищах є більш економічно і екологічно доцільним, і тому пріоритети державної політики в галузі поводження з радіоактивними відходами переорієнтовуються саме в цьому напрямку. Найперспективнішим районом для розміщення геологічного сховища для радіоактивних відходів є Чорнобильська зона відчуження.

Тип сховища для захоронення радіоактивних відходів (поверхнєве чи геологічне) визначається їхніми властивостями. Відходи з тривалим періодом існування підлягають захороненню тільки в стабільних геологічних формаціях, в твердому стані та переведенням їх у вибухо-, пожежо-, ядернобезпечну форму, що гарантує локалізацію відходів у межах гірничого відведення надр. Геологічні сховища створюються у соляних та осадових відкладах, кристалічних породах, у глинистій товщі. Радіаційна безпека сховища залежить від сукупності природних та інженерних бар'єрів.

Захоронення радіоактивних відходів становить особливу небезпеку. До 1983 року (до прийняття Конвенції про заборону захоронення відходів в океанах і морях) 11 країн світу практикували скидання твердих радіоактивних відходів у відкрите море.

Сумарний обсяг захоронених твердих радіоактивних відходів у колишньому СРСР (далекосхідні та північні моря) становить понад 53 000 м³. Одночасно захороненню підлягали й рідкі радіоактивні відходи. Сумарне скидання їх в північних і далекосхідних морях склало понад 310 000 м³.

На початку 90-х років ХХ ст. була завершена реєстрація місць збереження і захоронення радіоактивних відходів.

Між країнами відбувається інтенсивний обмін небезпечними і радіоактивними відходами. Це пояснюється, з одного боку, відмінностями в переліках небезпечних і радіоактивних відходів в різних країнах, а з іншого – наявністю технологій і виробництв, які використовують ці відходи як сировину. Щорічно через національні кордони переміщується до 2 млн. тонн відходів. Одночасно постійно фіксуються випадки нелегального вивезення небезпечних відходів в країни Азії та Африки, а також переміщення туди підприємств із спалювання небезпечних відходів.

9.3 Методи утилізування твердих відходів.

Діяльність, пов'язана із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України, регулюються Законом України «Про відходи».

Поводження з відходами – дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

Збирання відходів – діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення.

Зберігання відходів – тимчасове розміщення відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах (до їх утилізації чи видалення).

Утилізація відходів – використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

Видалення відходів – здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації.

Знешкодження відходів – зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення.

Розміщення відходів – зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах. Розміщення відходів потребує вилучення значних площ землі, а транспортування і зберігання є важким тягарем для народного господарства. Найбільш токсичні відходи потребують спеціальних заходів щодо їх знешкодження і повної ізоляції.

Спеціально відведені місця чи об'єкти – місця чи об'єкти (місця розміщення відходів, сховища, полігони, комплекси, споруди, ділянки надр тощо), на використання яких отримано дозвіл спеціально уповноважених органів на видалення відходів чи здійснення інших операцій з відходами.

Об'єкти поводження з відходами – місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів.

Основними методами і технологіями знешкодження і утилізування твердих відходів є:

- створення полігонів та звалищ;
- термічне оброблення;
- рециклінг;
- компостування;
- анаеробне ферментування.

Для зберігання та захоронення неутилізовуваних промислових відходів використовуються полігони, шламокопичувачі, золовідвали. Площа полігону (не менше ніж 75–100 га) повинна бути розрахована на 20–25 років експлуатації. Полігони облаштовують в місцях, де основою служать глини і важкі суглинки. У разі їх відсутності використовують спеціальну водонепроникну основу, і це зумовлює додаткові витрати.

Захоронення невеликих кількостей водорозчинних промислових відходів, які містять особливо токсичні речовини (I класу небезпеки) необхідно здійснювати в котлованах в контейнерній упаковці (у сталевих балонах з товщиною стінок 10 мм, з подвійним контролем на герметичність – до і після заповнення), що поміщуються у бетонний короб.

Захоронення речовин II і III класів небезпеки, нерозчинних у воді, необхідно здійснювати безпосередньо у котлованах. Захоронення можливе за

умови використання ґрунту з коефіцієнтом фільтрації не більше ніж 10^{-7} см/сек.

Територія полігону по периметру обмежується кільцевим каналом для дренажу глибоких ґрунтових вод та «перехоплення» атмосферних дощових і талих вод з метою захисту території від затоплення .

Метод захоронення неутилізовуваних промислових відходів на полігонах є традиційним і набагато дешевшим від їх перероблення. Екологічне навантаження полігонів на навколишнє середовище пов'язане з тим, що значна їх частина не підготована до виконання своїх функцій, нерідко виникають стихійні звалища. До сміттєзвалищ часто потрапляють небезпечні речовини, і це є неприпустимим з точки зору екологічної безпеки.

У звалищах промислових відходів мікробіологічні процеси не спостерігаються через значну концентрацію отруйних речовин.

Ще донедавна вважалось, що відходи є причиною лише естетичних проблем: сміттєзвалища розповсюджують неприємний запах та спотворюють ландшафт, але їх існування є неминучим. Супутня ж небезпека забруднення навколишнього середовища довгий час не визнавалась та замовчувалась.

Основними проблемами, що виникають при зберіганні та захороненні твердих відходів, є: забруднення ґрунтових вод, утворення метану, просідання ґрунту. Найсерйознішою проблемою є забруднення ґрунтових вод. Просочуючись крізь шари захоронених відходів, дощова (тала) вода “збагачується” різними хімічними речовинами, які утворюються у процесі розкладання сміття. Така вода з розчиненими у ній забрудниками називається фільтратом. У ньому, поряд з органічними рештками, наявні залізо, ртуть, цинк, свинець та інші метали, а також барвники, пестициди та мийні засоби.

Друга проблема – утворення метану – зумовлена анаеробними процесами, які відбуваються у захоронених шарах сміття без доступу повітря. Метан спричинює отруєння і загибель рослинності, а також негативно впливає на озоновий шар атмосфери.

На території України розміщено понад 3000 полігонів загальною площею близько 250 тис га. Понад 60% цих полігонів з різних причин не відповідають

санітарно-гігієнічним вимогам (ненадійна гідроізоляція, недотримання санітарно-захисної зони, відсутність належних шляхів для під'їзду).

Майже 80% побутових відходів світу розміщуються на полігонах, незважаючи на тривалий час (50–100 років) знешкодження, негативний вплив на довкілля та відсутність утилізації цінних компонентів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

В представленій магістерській роботі запропоновано технологічний процес виготовлення втулок маятникового важеля автомобілів ВАЗ моделей 2101. При цьому замінено базовий матеріал поліуретан на матеріал з вищими фізико-механічними та триботехнічними характеристиками – флубон-20. Відмітною особливістю запропонованих рішень є те, що втулки можна виготовляти з необхідним внутрішнім діаметром, в залежності від величини спрацювання вісі маятникового важеля.

Спроектвані установка для подрібнення і змішування полімерних матеріалів та пристосування для пресування ступінчастих втулок є універсальними і дозволяють використовувати їх для виготовлення низки деталей подібних до втулки маятникового важеля. Досліджено радіуси автомобільного колеса та характеристики пружності підвіски.

Річна програма виготовлення втулок в об'ємі 3000 шт. вимагає праці 2 робітників, а спроектована дільниця по виготовленню втулок маятникового важеля має площу 108 м² і забезпечена засобами, які створюють безпечні та нешкідливі умови роботи, що дозволить забезпечити проведення робіт у відповідності з вимогами законодавства про охорону праці.

Економічний розрахунок показав доцільність використання запропонованого технологічного процесу виготовлення втулок маятникового важеля. При цьому підприємство має змогу отримати додатковий прибуток в розмірі 2457 грн., а споживач має змогу економити 21,87 грн. при ремонті одного маятникового важеля.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
2. Автомобиль ВАЗ-2106 – И.А.Генералов и др./ - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. –178 с.
3. Войтов В.А., Подригало М.А. “Конструктивна зносостійкість вузлів тертя машин. - Харків: Центр Леся Курбаса, 1996.-138с.
4. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
5. Губський А.Г. Цивільна оборона. К.: Міносвіта, 1995. – 216 с.
6. Чернець М., Пашечко М., Невчас А. Дослідження та розрахунки трибосистем ковзання, методи підвищення довговічності і зносостійкості. Т1. Методи прогнозування та підвищення зносостійкості триботехнічних систем ковзання. – Дрогобич: Коло, 2001. - 492 с.
7. Н.А. Ястребкова, А.И. Кондаков Техническое обслуживание и ремонт компрессоров. М.: Машиностроение. 1991. –240с.
8. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 382 с.
9. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.
10. Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. пособие машиностроит. спец. вузов. /Б.М.Бадров и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 119с.
11. Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Повышение качества восстановления деталей машин. – К.: Техника, 1989. – 168 с.