

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Проект ділянки ремонтного цеху для розбирання двигунів
автомобіля марки ГАЗ-3302 “Газель” з дослідженням регенерації
відпрацьованих автомобільних масел.**

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи МАм-61

напряму підготовки (спеціальності) _____

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Соломон В.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній ступінь Магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

« _____ » _____ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Соломону Василю Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект ділянки ремонтного цеху для розбирання двигунів автомобіля марки ГАЗ-3302 “Газель” з дослідженням регенерації відпрацьованих автомобільних масел.

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. Левкович М.Г.

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

Затверджені наказом по університету від «07» 10 2019 року № 4/7 – 886

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до (проекту) роботи Креслення деталі. Перелік несправностей.

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)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ	доц. Ляшук О.Л.		
Обґрунтування економічної ефективності	доц. Гудь В.З.		
Охорона праці	доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викладач Клепчик В.М.		
Екологія	доц. Лясота О.М.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Соломон В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Левкович М.Г.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота на тему - Проект ділянки ремонтного цеху для розбирання двигунів автомобіля марки ГАЗ-3302 “Газель” з дослідженням регенерації відпрацьованих автомобільних масел - складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Графічна частина складається з 10 креслень, приведених до формату А1.

Дипломна робота є найважливішою і завершальною частиною навчального процесу, а також самостійною роботою студента, в якій він повинен проявити свої знання за фахом і показати своє вміння застосувати ці знання для вирішення інженерних завдань.

Метою даної магістерської роботи є підвищення ефективності технологічного процесу ремонту розподільного валу, що дозволяє мати оптимальне для обраних дорожніх умов і стилю їзди. Вищенаведене технічне рішення дозволило розширити діапазон застосування проектного автомобіля в порівнянні з базовим.

У магістерській роботі зроблено такі розрахунки: тяговий розрахунок, техніко-економічне обґрунтування проектного автомобіля, технологічний процес складання і виконані роботи з організації виробництва та охорони праці. АВТОМОБІЛЬ, ДІАГНОСТИКА, РЕГЕНЕРАЦІЯ, ФОРСУНКИ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, АВТОТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Об'єкт ремонту	9
1.2 Технічне розроблення ділянки розбирання ДВЗ	10
1.3 Розрахунок необхідного обладнання ділянки	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Розрахунок річної програми авторемонтного підприємства	18
2.2 Розрахунок типу авторемонтних підприємств та організаційної форми ремонту	19
2.3 Технологічний процес капітального ремонту автомобілів	19
2.4 Розробка плану операцій та опис технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса	21
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	28
3.1 Загальні відомості про редуктори	28
3.2 Енергокінематичний розрахунок приводу	28
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	46
4.1 Огляд ринку та критерії вибору САПР	46
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	57
5.1 Регенерація відпрацьованих автотранспортних масел-олив	57
6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	63
6.1 Розрахунок кількості працюючих на ділянках та в цехах заводу	63
6.2 Розрахунок виробничих та допоміжних площ головного корпусу заводу	68
6.3 Компоновка головного корпусу заводу	71
6.4 Генеральний план авторемонтного заводу	72
7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	76
7.1 Визначення економічної ефективності впровадження стенда для розбирання ДВЗ	76

7.2 Розрахунок річного фонду роботи обладнання	77
7.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань на реновацію стенда	79
7.4 Визначення витрат на утримання та експлуатацію техніки	81
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	83
8.1 Розрахунок системи захисту електродвигунів від струму короткого замикання	83
8.2 Аналіз умов праці на робочому місці оператора ЕОМ	85
8.3 Причини і характер пожеж на підприємствах автомобілебудівної промисловості	89
8.4 Небезпека технологічних процесів	91
8.5 Виробниче середовище та умови праці	93
8.6 Небезпечні фактори виробничого середовища та заходи щодо їх усунення	97
9 ЕКОЛОГІЯ	100
9.1 Сучасний екологічний стан України	100
9.2 Забруднення довкілля, що виникає внаслідок ремонту ДВЗ	102
9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля	104
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	108
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	109
ДОДАТКИ	111
Комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86.	
Специфікації.	

ВСТУП

Роботоздатність автомобілів є одним із найважливіших показників високої якості та продуктивності виконуваних робіт, а також ефективності використання техніки. В умовах експлуатації відбувається інтенсивне спрацювання, “старіння” машини і настає момент, коли вона внаслідок втрати роботоздатності неспроможна виконувати встановлені технічним паспортом виробничі функції. Виникає потреба або замінити машину на нову, або відновити її роботоздатність за рахунок виконання капітального ремонту машини.

Капітальний ремонт машин займає чинне місце в державній системі планово-попереджувального ремонту.

Мета капітального ремонту — відновити ресурсні можливості машини на 80-90 відсотків. Це можливо досягти лише при повному розбиранні машини, очищенню усіх деталей, їх дефектації та відновлення до номінальних розмірів. Вузли та агрегати проходять випробування та регулювання.

Такий об’єм робіт можливо виконати тільки на спеціалізованих підприємствах — авторемонтних заводах (АРЗ) по капітальному ремонту машин.

Виходячи з сучасних економічних умов, капітальний ремонт машини в 5-8 разів дешевший ніж нова машина. Це досягається завдяки застосуванню на

АРЗ сучасних методів відновлення деталей. При цьому зменшуються витрати металу на 25-30%.

На спеціалізованих АРЗ крім ремонту основних типів машин, в цехах та на дільницях виконують виготовлення та ремонт товарних деталей та агрегатів. Маючи широкий перелік спеціалізованого верстатного обладнання, передові технології, а також гарних спеціалістів, АРЗ виконують значну роботу по виготовленню різних пристосувань та нестандартного обладнання для лінійних підприємств.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Об'єкт ремонту

Згідно з обраною темою проекту, в капітальний ремонт на АРЗ направляються автомобілі ГАЗ-3302 “Газель”.



Рисунок 1.1 – Автомобіль ГАЗ-3302 “Газель”

Автомобіль бортовий, призначений для перевезення різноманітного вантажу. Передня та задня підвіски – залежні, на двох поздовжніх напівеліптичних ресорах, з двома гідравлічними амортизаторами, рульовий механізм механічний, типу “гвинт-кулькова гайка” з гідравлічним підсилювачем. Гальмівна система - гідравлічного типу. Робочі гальма - гальмівні механізми барабанного типу, з внутрішніми колодками. Стояночні гальма - трансмісійне гальмо барабанного типу.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика автомобіля ГАЗ-3302 “Газель”

Колісна формула	4x2
Споряджена маса, кг	1 850
Вантажопідйомність, кг	1 500

Продовження таблиці 1.1

Повна маса автомобіля, кг	3 500
Розподілення повної маси на передню вісь, кг	1 200
Коробка передач	механічна, 5-ти ступінчаста
Внутрішні розміри платформи, мм: довжина ширина	3056 1943
Колісна база, мм	2900
Число передач КП	5
Передаточне число ведучого моста	5,125
Максимальна швидкість, км/год	115
Витрата палива, л/100 км	11,5
Шини	175R15C

1.2 Технічне розроблення дільниці розбирання ДВЗ

Основними механізованими інструментами для виконання розбірних робіт є гайковерти. Найбільш широке поширення одержали пневматичні, електричні і електромеханічні гайковерти.

Пневматичні гайковерти працюють на стисненому повітрі при тиску 5 - 6 кгс/см². До недоліків пневматичних інструментів необхідно віднести сильний шум, що стомлює робітника, низький КПД (7-11%) і значні експлуатаційні витрати для очищення стисненого повітря, дозування змащення й ремонту.

Однак, висока надійність, простота й безпека в роботі дозволяє широко їх використовувати.

Електричні гайковерти мають деякі переваги перед пневматичними, тому що створюють менше шуму, мають високий КПД, значно менші експлуатаційні витрати й одержують живлення безпосередньо від освітлювальної лінії.

На рис. 1.2 показана стаціонарна установка з електромеханічним гайковертом. На колоні 1 змонтована поворотна площадка 2 з електродвигуном та силовою головкою. Силова головка має двошвидкісну коробку передач 4, шпіндель 5 та знімні ключі 6.

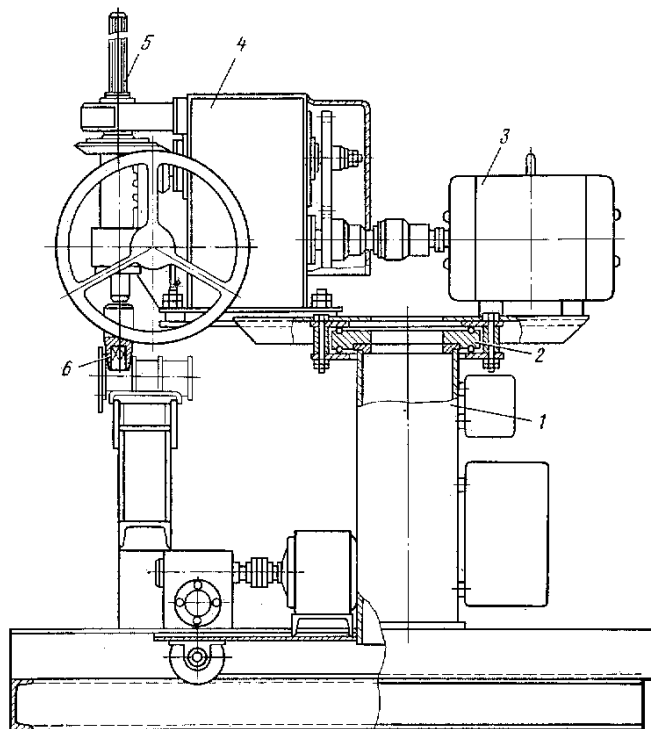


Рисунок 1.2 – Електромеханічний стаціонарний гайковерт

1 – колона, 2 – поворотна площадка, 3 – електродвигун, 4 – коробка передач, 5 – шпіндель, 6 – змінні ключі

На рис. 1.3 показаний стенд для розбирання шатунно-поршневої групи двигуна, на якому використаний спарений циліндр діаметром 228 мм. Шток циліндра шарнірно з'єднаний зі штоком преса. Різниця в розмірі плечей важеля дозволяє збільшити зусилля розбирання до 8-10 тс. Для зручності роботи доцільно використовувати ножне керування пневмокраном. При натискань на педаль повітря з мережі подається в нижні порожнини циліндрів, поршні рухаються нагору, а шток з оправкою робить робочий хід. При відпущеній

педалі пружина повертає важіль пневмокрана в початкове положення й. повітря надходить у верхню частину циліндрів, змушуючи рухатися поршні униз. Шток повинен оснащуватися швидкозмінним патроном для закріплення оправок.

На такому стенді зручно робити випресування поршневих пальців з поршнів і втулок з верхньої головки шатуна.

Аналогічно може бути виготовлений стенд для розбирання головок циліндрів двигуна. Технологія розбирання головки циліндрів полягає в тім, що на головку, накладається спеціальна планка з вісьма отворами під клапани. При натисканні штока стерда на планку вона, у свою чергу, через тарілки клапанів натискає на пружини й у такий спосіб створюється можливість зняття всіх клапанів.

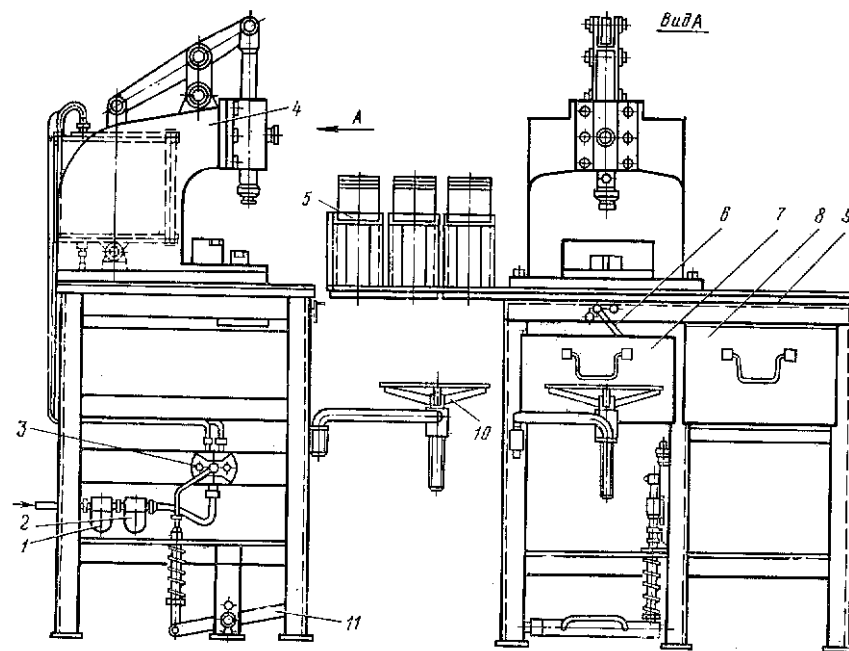


Рисунок 1.3 – Стенд для розбирання шатунно-поршневої групи

Для розбирання агрегатів на вузли й деталі застосовують різні стенди й пристосування.

Стенд для розбирання двигунів ЯМЗ-238 вилючної конструкції (рис. 1.4) являє собою зварену конструкцію зі швелерів, основними вузлами якого є поворотна рама 1, станина 5, підшипниковий вузол 3 і черв'ячний редуктор 4.

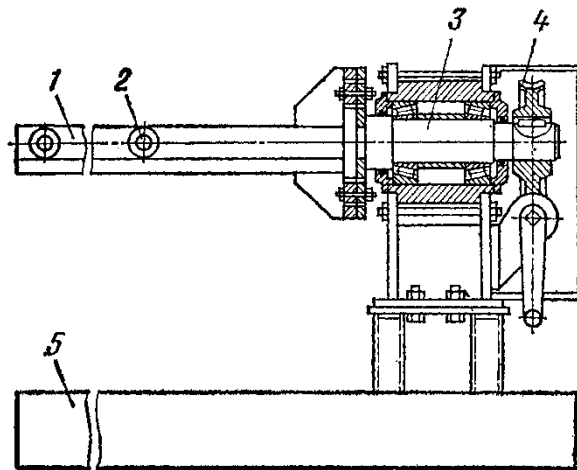


Рисунок 1.4 – Стенд для розбирання двигунів вилочної конструкції

Двигун установлюють на поворотну раму й кріплять до неї чотирма гвинтами 2. Поворот двигуна здійснюють рукояткою, надягнутої на вал черв'яка редуктора.

Для часткового розбирання двигунів застосовують також поворотні стенди, один із них показаний на рисунку 1.5.

На рамі чотириколісного візка поз. 1 установлені чотири жолобчастих ролики, що обертаються на осях. На ролики опирається поворотний пристрій, що представляє собою два кільця 2 діаметром 1250 мм, зв'язаних між собою трубчастими траверсами. До траверс приварені чотири кронштейни 3 із гвинтовими фіксаторами 5.

Двигун установлюють на стенд і закріплюють фіксаторами, що входять у гнізда попередньо вилучених заглушок сорочки охолодження. Двигун можна повертати на стенді в зручне для роботи положення й фіксувати штифтами. Для зручності робіт кільця 2 зроблені рознімними.

1.3 Розрахунок необхідного обладнання дільниці

Дільниця розбирання працює в одну зміну. На дільниці працює 9 чоловік, тобто кількість робочих місць дорівнює 9-ти.

Визначаємо кількість необхідного обладнання дільниці за формулою

$$N_{об.} = \frac{T}{\Phi_{\phi} \cdot y \cdot m}, \quad (1.1)$$

де T – дійсна трудомісткість даного виду робіт відповідної дільниці чи відділення цеху, людино-год.;

Φ_{ϕ} – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

y – кількість змін роботи дільниці;

m – кількість людей, чол., що одночасно працюють на одному обладнанні.

Основним обладнанням дільниці є різноманітні пристрої та стенди для розбирання вузлів, також просто металеві столи, на яких проходить ручне розбирання дрібних підвузлів. Трудомісткість робіт на стендах складає 15% від загальної трудомісткості дільниці, а по ручному розбиранню - 30%.

Отже, кількість стендів кільцевих для розбирання складе

$$N_{об.} = \frac{26880 \cdot 0,15}{1909 \cdot 1 \cdot 1} = 2,1, \quad (1.2)$$

Приймаємо 2 розбірні стенди.

Кількість робочих місць для ручного розбирання (столів) складе

$$N_{об.} = \frac{26880 \cdot 0,3}{1909 \cdot 1 \cdot 1} = 4,22. \quad (1.3)$$

Приймаємо 2 столи металевих та 2 стелажі, що відведені під розбірні роботи.

В залежності від призначення кожне робоче місце оснащується відповідним обладнанням.

Так, для закріплення та можливості обертати двигун при розбиранні, нами було розроблено спеціальний стенд, що зображений на рис. 1.5.

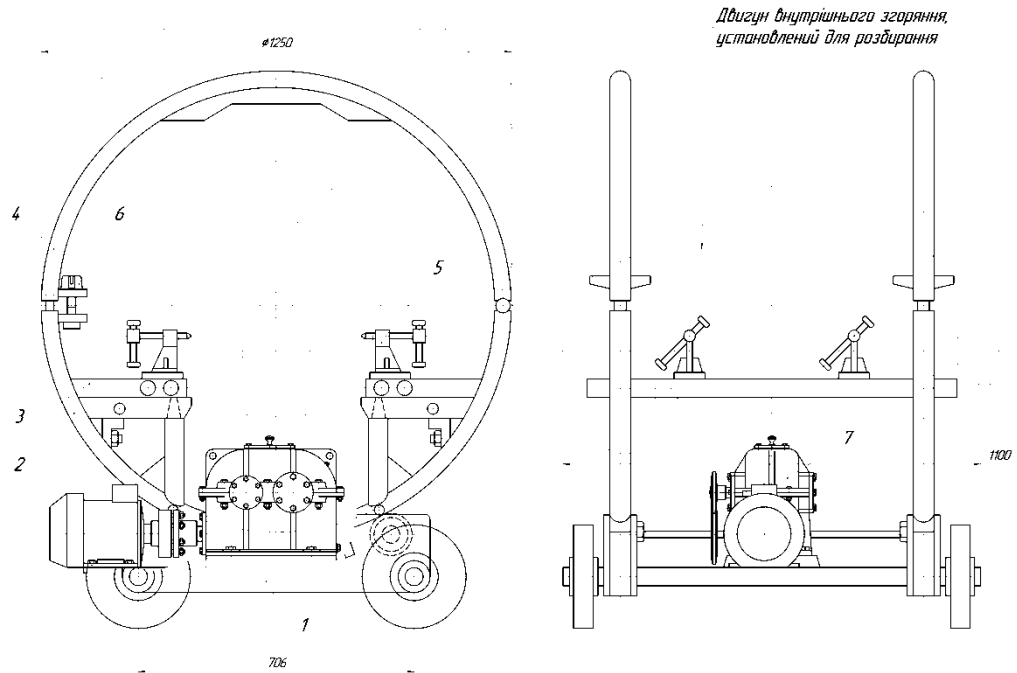


Рисунок 1.5 – Стенд кільцевий для часткового розбирання двигунів
1 – візок; 2 – піврама нижня; 3 – кронштейн; 4 – дуга відкидна; 5 – пристрій затискний; 6 – замок; 7 – привод обертання

Розміщення обладнання відображаємо на кресленні листа БМіО.6МА.016 – 00.00.00 ПК. Освітлення застосовується як загальне, так і на робочих місцях.

Площа ділянки F , m^2 , визначається за формулою

$$F = \sum f_0 \cdot K, \quad (1.4)$$

де $\sum f$ – сумарна площа підлоги, що зайнята обладнанням, m^2 , приймаємо згідно табл. 1.2;

K – перехідний коефіцієнт, що враховує робочі зони, проїзди і проходи, для ділянки розбирання $K = 3$.

$$F = 86,6 \cdot 3 = 260. \quad (1.5)$$

Таблиця 1.2 – Обладнання ділянки розбирання ДВЗ

№ п/п	Найменування обладнання	Модель або тип	Коротка характеристика	Кільк.	Габаритні розміри в плані, мм
1	Стенд кільцевий	-	-	2	1720x1100
2	Стелаж	-	-	1	2300x900
3	Стелаж	-	-	1	3500x1300
4	Стіл металевий	-	-	2	4000x1200
5	Пересувний обдирочно-шліфувальний верстат	-	-	1	725x630
6	Обдирочно-шліфувальний верстат	-	-	1	1000x800
7	Радіально-свердлильний верстат	2A55	-	1	2445x1000
8	Слюсарний верстак	-	-	6	2000x1100
9	Кран консольний поворотний	-	-	2	6500x600
				Σ	86,6

Отже, визначаємо дійсні розміри ділянки $F_{д\text{іл.}}$, м², за формулою

$$F_{д\text{іл.}} = B \cdot L = 10 \cdot 26 = 260, \quad (1.6)$$

де $F_{д\text{іл.}}$ – загальна скоригована площа ділянки, м²;

B – ширина ділянки, м, приймаємо $B = 10$ м;

L – довжина ділянки, м, приймаємо $L = 26$ м.

Отже, ділянка для розбирання ДВЗ автомобілів буде мати прямокутну форму зі сторонами 26 м на 10 м та площу 260 м^2 .

Ширина проходів для працюючих, а також проїзди при користуванні транспортними візками приймаються рівними 2 м.

Температура повітря у приміщенні повинна бути не нижче ніж $14-17^\circ \text{C}$, а відносна вологість повітря – не більше ніж 60%..

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок річної програми авторемонтного підприємства

Розрахунок річної програми авторемонтного підприємства складається із капітального ремонту автомобільного транспорту, зроблення заданого робіт по КР характерних агрегатів (ДВЗ) та дроблення завдань позабезпеченню підприємницької операції даного заводу, який як показує практика здійснюється в тисячах умовних одиницях.

У магістерській роботі передбачено: ремонт автомобільного транспорту N_m в кількості 740 автомобілів; ремонт ДВЗ в кількості 950 двигунів (шт.); ремонт власного устаткування на суму 145 тис. у.о..

Як наведено в ГОСТах та рекомендаційних документах зроблені вимоги на КР, як автомобільного транспорту у загальному, так і окремих агрегатів автомобільного транспорту. Показник, який характеризує витрати робочого часу випуску для виробничих необхідностей розраховується з визначення: 100 у.о. в грошовому типі потрібно витрат 80 людино-год. Річна програма випуску дорівнює, людино-год. ,.

$$T = N_m + N_{ов} + T_{одд}, \quad (2.1)$$

де N_m - річний план КР автомобілів;

$N_{ов}$ - річний план КР двигунів внутрішнього згорання;

$T_{одд}$ - трудомісткі витрати на виробничу необхідність.

Розраховуємо дійсно необхідного показника витрати робочого часу робіт на авторемонтному підприємстві за 356 днів в людино-годинах

$$T_z = \Sigma t_m \cdot N_m + \Sigma t_{ов} \cdot N_{ов} + T_{одд}, \quad (2.2)$$

де t_m , $t_{ов}$ - показника витрати робочого часу КР одиниці автомобілів і ДВЗ, люд.-год. [1];

N_m, N_{oe} - річна програма КР на авторемонтному підприємстві автомобілів та ДВЗ;

T_{ood} - показника витрати робочого часу заводських необхідностей.

$$T_3 = 740 \cdot 370 + (740 + 210) \cdot 350 + \frac{145000}{100} \cdot 80 = 722\,300. \quad (2.3)$$

2.2 Розрахунок типу авторемонтних підприємств та організаційної форми ремонту

Беручи до уваги річну програму підприємства, робимо висновок, що ми проектуємо спеціалізоване авторемонтного підприємства для КР автомобільного транспорту та ДВЗ. Річна програма виску - 740 автомобілів дозволяє організувати виробничий процес КР автомобільного транспорту на спеціалізованих стійках. КР двигунів внутрішнього згорання потрібно створювати на спеціалізованих стійках, а також на поточних лініях для ремонту, а також складання окремих вузлів АТЗ і агрегатів АТЗ.

Приймаємо для підприємства прямоточну структуру ремонту автомобільного транспорту. Двигуни ремонтуємо на спеціалізованих стійках.

2.3 Технологічний процес капітального ремонту автомобілів

Створюване авторемонтне підприємство дає завдання по виконанню КР автомобільного транспорту, виконанню ремонту товарних агрегатів АТЗ.

На підприємство для КР автомобільного транспорту передається точно з річним планом заводу, а також згідно з створеними договорами між підприємствами та заводами.

Автомобілі, які подані в ремонт, приймаються спеціальною комісією з двох сторін: представник заказчика і представник підприємства. Автотранспортний засіб попадає на підприємство зі спущеним паливом, водою, оливою.

ПРИНЦИПОВА СХЕМА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МАШИНИ

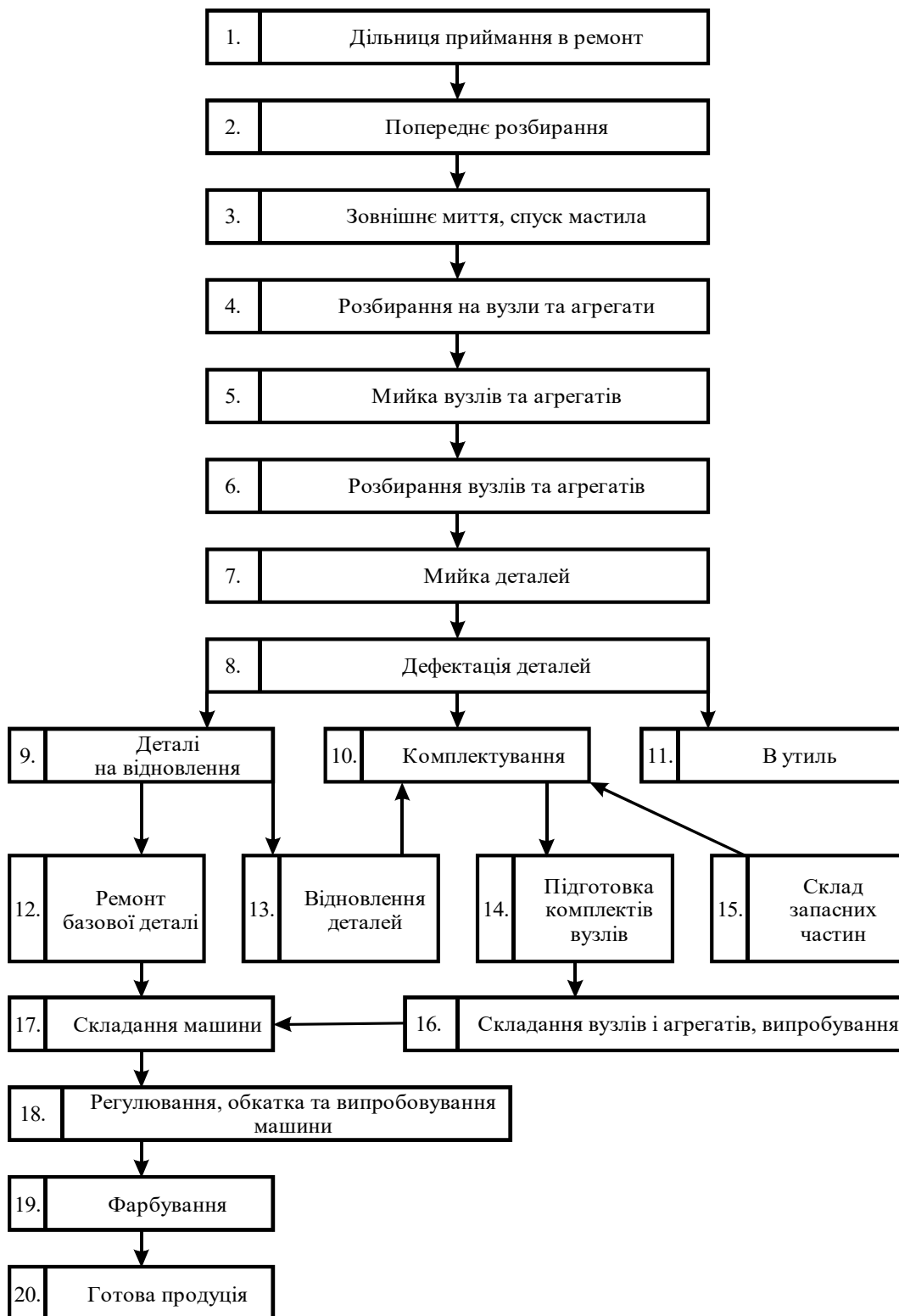


Рисунок 2.2 – Принципова схема виробничого процесу КР
автотранспортного засобу

2.4 Розробка плану операцій та опис технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса

Для обробки деталі передбачаємо наступні операції:

05 – заготівельна: відрізання заготовки;

10 – токарна: точити поверхню заготовки; свердлити та розточити отвір;

15 – токарна: свердлити центрові отвори у торцях заготовки;

20 – токарна: точити поверхню заготовки; точити виточку та фаску;

25 – шліфувальна: шліфувати отвір у розмір;

30 – протяжна: протягнути шпоночний паз;

35 – зубофрезерна: фрезерувати вінець зубчастий;

40 – свердлильна: свердлити шість отворів;

45 – контрольна: контролювати якість геометричних параметрів деталі.

Визначення припусків на механічну обробку поверхні.

Припуск – це шар матеріалу, який необхідно зняти з заготовки для виготовлення деталі відповідно вимогам креслення за точністю поверхні

$$Z = D_z - d_{дет} , \quad (2.4)$$

де D_z – діаметр заготовки, мм,

$d_{дет}$ – діаметр виготовленої деталі, мм.

Загальний припуск Z , мм, буде розподілятися на міжопераційні припуски

$$Z = Z_{чорн} + Z_{чист} , \quad (2.5)$$

де $Z_{чорн}$, $Z_{чист}$ – відповідно припуски на виконання операцій на чорнове та чистове обточування, мм.

Для визначення припусків на обробку використовуємо дослідно-статистичний метод. Цей метод використовується в машинобудуванні і в ремонтному виробництві, так як не потребує великих затрат часу. Недоліком цього методу є завищення величини припуску. При цьому методі користуються розробленими таблицями міжперехідних припусків. За допомогою таблиці розраховуємо розміри заготовки.

Таблиця 2.1 – Припуски для обробки поверхні колеса зубчастого

Операція та проміжні величини	Розмір, мм	Припу ск, мм
Розмір поверхні за кресленням	222,6	-
Розмір після чистового обточування	222,6	-
Припуск на чистове обточування	-	2,0
Розмір після чорнового обточування	224,6	-
Припуск на чорнове обточування	-	5,4
Загальний припуск	-	7,4
Розмір заготовки	230	-

Таким чином, заготовка із прокату за ГОСТ 2590-88 сталь 40Х ГОСТ 4543-71 має такі розміри: діаметр 230 мм і довжину 50 мм із припуском на обробіток 7,4 мм. Межа міцності на розрив $\sigma_{\sigma} = 610$ МПа (у стані поставки прокату).

Вибір обладнання, пристосувань, інструменту.

В умовах одиничного та мілкосерійного виробництва для обробки доцільно використовувати універсальні токарно-гвинторізні верстати та універсальні пристрої. Вибір верстата диктується вимогами креслення деталі. В нашому випадку для обробки зовнішніх діаметрів вала вибираємо токарно-

гвинторізний верстат 16K20, призначений для виконання різних токарних робіт.

Паспортні дані верстата:

- число обертів шпинделя n : 80 об./хв, 100 об./хв, 125 об./хв, 160 об./хв, 200 об./хв, 250 об./хв, 315 об./хв, 400 об./хв, 500...2000 об./хв;
- поздовжні подачі S : 0,47 мм/об., 0,52 мм/об., 0,57 мм/об., 0,61 мм/об., 0,70 мм/об., 0,78 мм/об., 0,87 мм/об.;
- найбільша допустима сила механізму повздовжньої подачі $P = 3600$ Н;
- потужність електродвигуна $N_{\text{дв}} = 10$ кВт;
- потужність на шпинделі верстата $N_{\text{шп}} = 8,5$ кВт.

Установлення заготовки у центрах відзначається високою точністю. Радіальне биття не перевищує 0,07...0,015 мм, що менше вимог робочого креслення. Для закріплення заготовки у верстаті використовуємо 3-х кулачковий патрон і центр.

Для обробки поверхонь вибираємо прохідні та фасонні різці Т15К6, що дають можливість отримати задану точність і необхідну шорсткість.

Як вимірювальний інструмент використовуємо штангенциркуль ШЦ-I; 0-125; 0,1, ШЦ-II; 0-500; 0,1 ГОСТ 166-90, нутромір індикаторний 25-50 та лінійку 0-500 ГОСТ 425-89.

Вибір і розрахунок режимів різання.

Визначення режимів різання виконуємо згідно із "Загальними машинобудівними нормативами режимів різання для технічного нормування робіт на металорізючих верстатах".

Визначаємо глибину різання t для $\varnothing 230$. Виходячи із припуску на чорнову обробку приймаємо глибину різання $t = 3$ мм на сторону.

Подача S для діаметра вала до 300 мм і глибини різання 3 мм буде рівною $S = 0,6...0,7$ мм/об. Порівнюючи з паспортними даними верстата приймаємо подачу $S = 0,7$ мм/об.

Швидкість різання при заданих параметрах $V_{\text{різ}} = 104$ м/хв.

Перевіряємо силу подачі P_x . При $\sigma = 61 \text{ кг/мм}^2$, $t = 2 \text{ мм}$, $S = 0,7 \text{ мм/об}$, швидкості різання 104 м/хв для різця із кутом $\varphi = 45^\circ$ $P_x = 64 \text{ Н}$, тобто менше, ніж допустиме значення $P_x = 360 \text{ Н}$.

За встановленою швидкістю різання визначаємо n , об./хв, шпинделя верстату

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D}, \quad (2.3)$$

де D , мм - діаметр заготовки;

V , м/хв - швидкість різання.

$$n = \frac{104 \cdot 1000}{3,14 \cdot 227} = 146. \quad (2.4)$$

Згідно з паспортними даними верстата приймаємо частоту обертання шпинделя $n = 160 \text{ об/хв}$.

Перевіряємо вибраний режим різання.

По даним таблиці "Потужність, спожита при різанні" [4] при чорновій обточці сталі з $\sigma = 61 \text{ кг/мм}^2$, $t = 2 \text{ мм}$, $S = 0,7 \text{ мм/об}$, $V = 104 \text{ м/хв}$ потужність, необхідна для виконання обточування $N = 2,9 \text{ кВт}$, що нижче паспортних даних верстата.

Визначаємо машинний час T_m , хв, на виконання обточування

$$T_m = \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot z}{1000 \cdot V \cdot S}, \quad (2.5)$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, мм;

z - кількість проходів;

S - подача, мм/об.

$$Q_i = \frac{3,14 \cdot 227 \cdot 50 \cdot 2}{1000 \cdot 104 \cdot 0,7} = 0,98. \quad (2.6)$$

Операція 05 – відрізна. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$T_i = 0,19 \cdot D^2 \cdot 10^{-3} = 0,19 \cdot 230^2 \cdot 10^{-3} = 10,05. \quad (2.7)$$

Операція 10 – токарна. Точити $\varnothing 225$, свердлити отвір $\varnothing 45$, розточити до $\varnothing 46,5$. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$\dot{O}_i = 0,17 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 225 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 1,90, \quad (2.8)$$

$$T_i = z \cdot 0,52 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 0,52 \cdot 45 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 1,17, \quad (2.9)$$

$$\dot{O}_i = 0,17 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 46,5 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,40. \quad (2.10)$$

Операція 15 – токарна. Точити $\varnothing 222,6$ мм, точити виточку $\varnothing 190 \times 13$ мм. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$\dot{O}_i = 0,17 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 222,6 \cdot 44 \cdot 10^{-3} = 1,67, \quad (2.11)$$

$$\dot{O}_i = 0,17 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 190 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 0,42. \quad (2.12)$$

Операція 20 – токарна. Точити виточку $\varnothing 190 \times 13$ мм. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$\dot{O}_i = 0,17 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 190 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 0,42. \quad (2.13)$$

Операція 25 – шліфувальна. Шліфувати отвір $\varnothing 47H7$ мм. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$\dot{O}_i = 0,3 \cdot d \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,3 \cdot 47 \cdot 44 \cdot 10^{-3} = 0,62. \quad (2.14)$$

Операція 30 – протяжна. Протягнути шпоночний паз. Машинний час T_m , хв, на операцію

$$\dot{O}_i = 2,2 \cdot n \cdot L \cdot z \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 1 \cdot 44 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,06. \quad (2.15)$$

Операція 35 – зубофрезерна. Машинний час T_m , хв, для фрезерування вінця зубчастого

$$\dot{O}_i = 2,2 \cdot n \cdot L \cdot z \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 107 \cdot 44 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 20,7. \quad (2.16)$$

Операція 40 – свердлильна.

Машинний час T_m , хв, для свердління шести отворів $\varnothing 20$ мм

$$\dot{O}_i = 0,15 \cdot d \cdot L \cdot z \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 20 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,32. \quad (2.17)$$

Сумарний машинний час $T_{m\Sigma}$, хв, на виконання операцій буде складатися із суми усіх знайдених вище значень машинного часу

$$T_{m\Sigma} = 10,05 + 1,9 + 1,17 + 0,4 + 1,67 + 0,42 + 0,42 + 0,62 + 0,06 + 20,7 + 0,32 = 37,73. \quad (2.18)$$

Допоміжний час T_{don} , хв, складає 30...50% від машинного часу

$$\dot{O}_{\dot{a}i} = (0,3 \dots 0,5) \cdot \dot{O}_i = 0,5 \cdot 37,73 = 18,9. \quad (2.19)$$

Оперативний час T_{oper} , хв, – це сума машинного і допоміжного часу

$$\dot{O}_{i\ddot{r}\ddot{a}\ddot{\theta}} = \dot{O}_i + \dot{O}_{\ddot{a}\ddot{r}i} = 37,73 + 18,9 = 56,63. \quad (2.20)$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{обсл}$, хв, складає 5% від оперативного часу

$$\dot{O}_{i\acute{a}\ddot{n}\ddot{e}} = 0,05 \cdot \dot{O}_{i\ddot{r}\ddot{a}\ddot{\theta}} = 0,05 \cdot 56,63 = 2,83. \quad (2.21)$$

Тоді штучний час $T_{шт}$, хв, буде рівний

$$\dot{O}_{\emptyset\dot{o}} = \dot{O}_{i\ddot{r}\ddot{a}\ddot{\theta}} + \dot{O}_{i\acute{a}\ddot{n}\ddot{e}} = 56,63 + 2,83 = 59,46. \quad (2.22)$$

Технологічний процес виготовлення зубчастого колеса оформляємо маршрутно-операційною картою за ГОСТ 3.1118-88.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальні відомості про редуктори

Редуктор має наступну будову: корпус (виливається із чавуну, або складальна зварна конструкція), який має в собі елементи передачі – ЗК, вали, підшипники, шестерні та ін.

Двохступінчаті циліндричні механізми передачі потужності обертання розгорненої схеми виконуються в діапазоні передаточного числа: по ГОСТ 2185-66 нижня межа $u_{min} = 6,3$, і верхня - $u_{max} = 63$. Двоступеневі циліндричні механізми передачі потужності обертання великих розмірів розгорненої схеми, що виготовляються НКМЗ, мають наступні передаточні числа $u = 7,33 \dots 44,02$.

3.2 Енергокінематичний розрахунок приводу

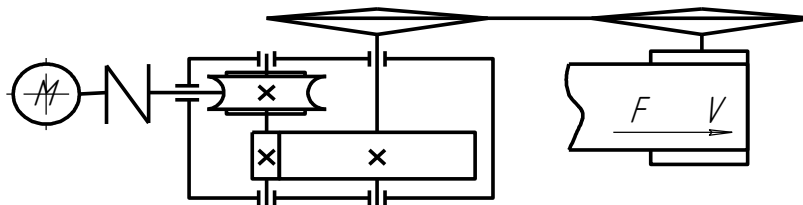


Рисунок 3.1 - Кінематична схема приводу

Вихідні дані:

- тягове зусилля $F = 3 \text{ кН}$;
- швидкість стрічки $V = 0,8 \text{ м/с}$;
- діаметр барабана $D = 0,2 \text{ м}$
- режим навантаження постійний
- термін служби 10000 год

Розраховуємо числа потужності на ведучому валу, P , кДж:

$$P_5 = F \cdot V = 3 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 2,4 \quad (3.1)$$

Визначаємо потужність двигуна внутрішнього згорання за залежністю. Яка має бути більшою за потужність ведучої ланцюга, на величину загальних витрат

$$\begin{aligned} P_1 &= P_5 / \eta_{заг} = 2,4 / 0,69 = 3,48 \text{ кВт} \\ \eta_{заг} &= \eta_m \cdot \eta_\chi \cdot \eta_{зм} \cdot \eta_\lambda = 0,98 \cdot 0,8 \cdot 0,96 \cdot 0,92 = 0,69 \end{aligned} \quad (3.2)$$

де $\eta_\lambda, \eta_{зм}, \eta_{зм}, \eta_\chi$ – коефіцієнти корисних дій окремих ланок кінематичного ланцюга.

Частота обертання електричного двигуна.

$$\begin{aligned} n_1 &= n_5 \cdot u_{заг} \\ n_5 &= \frac{60 \cdot v}{\pi D} = \frac{60 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 0,2} = 76,39 \text{ об/хв} \\ u_{заг} &= u_\lambda \cdot u_\chi \cdot u_{зм} \cdot u_m = (1,5 \dots 4)(8 \dots 50)(3,15 \dots 5) \\ u_{заг} &= 37,8 \dots 1000 \\ n_{об} &= n_1 = (37,8 \dots 1000) \cdot 76,39 = 2888 \dots 76390 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Знаючи інтенсивність потужності двигуна та частоту обертання n_1 обираємо двигун АИР 100S2/2880, ГОСТ 19523-81, $P_{ном} = 4 \text{ кВт}$, $n_1 = 2880 \text{ об/хв}$.

Величина недовантаження:

$$\dot{I} = \frac{D_{\hat{i}\hat{i}} - D_{\hat{a}\hat{a}}}{D_{\hat{i}\hat{i}}} \cdot 100\% = \frac{3,48 - 4}{3,48} \cdot 100\% = 15\% \quad (3.4)$$

Визначаємо передаточне число приводу:

$$u_{заг} = \frac{2880}{76,39} = 37,7 \quad (3.5)$$

Орієнтуючись на межі середніх передаточних чисел ланцюгової передачі, визначаємо діапазони передаточних чисел для одноступінчастого циліндричного редуктора:

$$u_{ред} = \frac{u_{заг}}{1,5...4} = \frac{37,7}{1,5...4} = 25,1...9,4 \quad (3.6)$$

Вибираємо стандартне значення редуктора $u = 25$

Уточнюємо значення ланцюгової передачі:

$$u_{л} = \frac{u_{заг}}{u_{ред}} = \frac{37,7}{25} = 1,508 \quad (3.7)$$

Розподіляємо передаточне число механізму передачі потужності обертання

$$u_T = 3,5$$

$$u_{ш} = \frac{u_{ред}}{u_T} = \frac{25}{3,5} = 7,14 \quad (3.8)$$

Після розбивки передаточного відношення по ступенях визначаємо для кожного валу привода:

Потужність:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_{\partial в} = 3,48 \text{ кВт} \\ P_2 &= P_1 \cdot \eta_m = 3,48 \cdot 0,98 = 3,41 \text{ кВт} \\ P_3 &= P_2 \cdot \eta_q = 3,41 \cdot 0,8 = 2,73 \text{ кВт} \\ P_4 &= P_3 \cdot \eta_{зм} = 2,73 \cdot 0,96 = 2,62 \text{ кВт} \\ P_5 &= P_4 \cdot \eta_m = 2,62 \cdot 0,92 = 2,4 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Частоту обертання:

$$\begin{aligned}
n_1 &= n_{\text{дв}} = 2880 \text{ об/хв} \\
n_2 &= n_1 / u_m = 2880/1 = 2880 \text{ об/хв} \\
n_3 &= n_2 / u_u = 2880/7,14 = 403,4 \text{ об/хв} \\
n_4 &= n_3 / u_{3m} = 403,4/3,5 = 115,2 \text{ об/хв} \\
n_5 &= n_4 / u_n = 115,2/1,508 = 76,4 \text{ об/хв}
\end{aligned}
\tag{3.10}$$

Кутова швидкість, рад/с

$$\begin{aligned}
\omega_1 &= \pi \cdot n_1 / 30 = \pi \cdot 2880/30 = 293,2 \text{ рад/с} \\
\omega_2 &= \pi \cdot n_2 / 30 = \pi \cdot 2880/30 = 293,2 \text{ рад/с} \\
\omega_3 &= \pi \cdot n_3 / 30 = \pi \cdot 403,4/30 = 42,24 \text{ рад/с} \\
\omega_4 &= \pi \cdot n_4 / 30 = \pi \cdot 115,2/30 = 12,06 \text{ рад/с} \\
\omega_5 &= \pi \cdot n_5 / 30 = \pi \cdot 76,4/30 = 8 \text{ рад/с}
\end{aligned}
\tag{3.11}$$

Обертаючий момент:

$$\begin{aligned}
T_1 &= P_1 / \omega_1 = 3480/293,2 = 11,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
T_2 &= P_2 / \omega_2 = 3410/293,2 = 11,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
T_3 &= P_3 / \omega_3 = 2730/42,2 = 64,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
T_4 &= P_4 / \omega_4 = 2620/12,06 = 217,2 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
T_5 &= P_5 / \omega_5 = 2400/8 = 300 \text{ Н} \cdot \text{м} \\
T_5 &= \frac{F \cdot D}{2} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{2} = 300 \text{ Н} \cdot \text{м}
\end{aligned}
\tag{3.12}$$

Таблиця 3.1 - Результати енергокінематичного розрахунку привода

ВАЛ	1	2	3	4	5
Тип передачі	Муфта	Червячна	Зубч. тихох.	Ланцюгова	
и	1	7,14	3,5	1,508	

Продовження таблиці 3.1

Потужність Р, Вт	3480	3410	2730	2620	2400
п, об/хв	2880	2880	403,4	115,2	76,4
ω, рад/с	293,2	293,2	42,24	12,06	8
Т, Н·м	11,9	11,6	64,6	217,2	300

Розрахунок закритих зубчастих циліндричних передач.

Вихідні дані:

- $P_1 = 2730$ Вт;
- $\omega = 43,24$ об/хв
- $u = 3,5$
- $T = 64,6$ Н*м

Вибираємо марку матеріалу:

Ст 40Х НВ=260 – поліпшення – шестерня.

Ст 40Х НВ=235 – зубчате колесо.

Обчислюємо допустимі контактні напруження:

$$\begin{aligned}
 [\sigma_H] &= \sigma_{H \lim b} \frac{K_{H1}}{S_H}; \quad \sigma_{H \lim b} = 2 \cdot HB + 70 \\
 S_H &= 1,1; \quad K_{H1} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}}; \quad N_{HO} = 30 \cdot HB^{2,4}; \quad N_{HE} = N_{\Sigma} K_{HE} \\
 N_{\Sigma} &= 60n \cdot h; \quad K_{HE} = 0,5
 \end{aligned} \tag{3.13}$$

де $\sigma_{H \lim b}$ – межа контактної виносливості поверхні зубів у МПа;

S_H – коеф. небезпеки, $S_H = 1,1$;

K_{H1} – коеф. довговічності;

N_{HO} – база випробовувань.

а) Шестерня

$$\begin{aligned}
N_{\Sigma} &= 60 \cdot 403,4 \cdot 10000 = 24,4 \cdot 10^7 \\
\sigma_{H \lim b} &= 2 \cdot 260 + 70 = 590 \\
N_{HE} &= 24,4 \cdot 10^7 \cdot 1 = 24,4 \cdot 10^7 \\
N_{HO} &= 30 \cdot 590^{2,4} = 1,88 \cdot 10^7 \\
K_{H_1} &= \sqrt[6]{\frac{1,88}{24,4}} = 1 \\
[\sigma_{H_2}] &= 590 \frac{1}{1,1} = 536 \text{ МПа}
\end{aligned} \tag{3.14}$$

б) Зубчате колесо

$$\begin{aligned}
N_{\Sigma} &= 60 \cdot 115,2 \cdot 10000 = 6,9 \cdot 10^7 \\
\sigma_{H \lim b} &= 2 \cdot 235 + 70 = 540 \\
N_{HE} &= 6,9 \cdot 10^7 \cdot 1 = 6,9 \cdot 10^7 \\
N_{HO} &= 30 \cdot 540^{2,4} = 1,47 \cdot 10^7 \\
K_{H_1} &= \sqrt[6]{\frac{1,47}{6,9}} = 1 \\
[\sigma_{H_2}] &= 540 \frac{1}{1,1} = 490 \text{ МПа} \\
[\sigma_{HO}] &= 0,45 \cdot ([\sigma_{H_1}] + [\sigma_{H_2}]) = 0,45(536 + 490) = 462 \text{ МПа} \\
[\sigma_{HO}] &< 1,23 \cdot [\sigma_{H \min}] = 1,23 \cdot 462 = 568 \text{ МПа} \\
462 &\leq 568 \text{ умова виконується}
\end{aligned} \tag{3.15}$$

Допустимі напруження на згин

$$\begin{aligned}
[\sigma_F] &= \frac{\sigma_{F \lim b} K_{FC} K_{F_1}}{S_F}; \quad \sigma_{F \lim b} = 1,8 \text{ HB}; \quad K_{FC} = 0,7 \dots 0,8; \\
KF_E &= 0,3; \quad S = 1,75
\end{aligned} \tag{3.16}$$

де $\sigma_{F \lim b}$ – границя витривалості зубців при згині;

K_{F_1} – коеф. довговічності.

$$K_{F_1} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \tag{3.17}$$

де N_{FO} – базове число циклів $N_{FO} = 4000000$

N_{FE} – еквівалентне число циклів $N_{FE} = N_{\Sigma} \cdot K_{FE}$

а) Шестерня

$$\begin{aligned} N_{FE} &= N_{\Sigma} K_{FE} = 4 \cdot 1 \cdot 10^7 = 4 \cdot 10^7 \\ K_{Fl} &= \sqrt[6]{\frac{4000000}{24,2 \cdot 10^7}} = 1 \\ \sigma_{Flimb} &= 1,8 \cdot 260 = 468 \\ [\sigma_{F1}] &= \frac{468 \cdot 1 \cdot 1}{1,75} = 270 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.18)$$

б) Зубчате колесо

$$\begin{aligned} N_{FE} &= 4 \cdot 1 \cdot 10^7 \\ \sigma_{Flimb} &= 1,8 \cdot 235 = 267, \quad K_{Fl} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{6,9 \cdot 10^7}} = 1 \\ [\sigma_{F2}] &= \frac{423 \cdot 1 \cdot 1}{1,75} = 242 \text{ МПа.} \end{aligned} \quad (3.19)$$

Визначення міжосьової відстані

$$\begin{aligned} A_{Wmin} &= K_a (u+1) \sqrt[3]{\frac{TK_{Hb}}{uK_{ba}[\sigma_H]^2}} \\ K_a &= 495, \quad K_{ba} = 0,4, \text{ – коеф. ширини вінця} \\ K_{bd} &= 0,5K_{ba}(u+1) = 0,5 \cdot 0,315(3,5+1) = 0,7 \quad K_{hb} = 1,37 \\ A_{Wmin} &= 495(3,5+1) \sqrt[3]{\frac{64,6 \cdot 1,37}{3,5 \cdot 0,315 \cdot 490^2}} = 134,3 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.20)$$

Так як редукторспіввідношення: $A_W = 140 \text{ мм}$, $m = (0,01 \dots 0,02)A_W = (1,4 \dots 2,8)$, $m = 2$

Розраховуємо сумарне число зубів передачі, перед тим як розраховуємо кут нахилу лінії зубів з нормативними значеннями.

$$\begin{aligned} \beta &= 8 \dots 12^\circ \\ Z_{\Sigma} &= \frac{2A_W \cos 10^\circ}{m} = \frac{2 \cdot 140 \cos 10^\circ}{2} = 137 \\ z_1 &= \frac{Z_{\Sigma}}{u+1} = \frac{137}{3,5+1} = 30 \\ z_2 &= Z_{\Sigma} - z_1 = 137 - 30 = 107 \end{aligned} \quad (3.21)$$

$$\cos \beta = \frac{m \cdot Z_{\Sigma}}{2A_W} = \frac{2 \cdot 137}{2 \cdot 140}, \quad \beta = 11,883^\circ \quad (3.22)$$

Розраховуємо розмір колового модуля за формулою:

$$m_t = \frac{m}{\cos \beta} = \frac{2}{\cos 11,883^\circ} = 2,043 \quad (3.23)$$

Знаходимо діаметри коліс :

а) Шестерня

$$\begin{aligned} d_1 &= m_t \cdot z = 2,043 \cdot 30 = 61,3; \quad d_{a1} = d_1 + 2(1+x)m = 61,3 + 2 \cdot 2 = 65,3 \text{ мм} \\ d_{f1} &= d_1 - 2,5(1,25-x)m = 61,3 - 2,5 \cdot 2 = 56,3 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.24)$$

б) Зубчате колесо

$$\begin{aligned} d_2 &= m_t z_2 = 2,043 \cdot 107 = 218,6 \\ d_{a2} &= 218,6 + 2 \cdot 2 = 222,6 \\ d_{f2} &= 218,6 - 2,5 \cdot 2 = 213,6 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.25)$$

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$A_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{61,3 + 218,6}{2} = 140 \text{ мм} \quad (3.26)$$

Визначаємо ширину вінця:

$$\begin{aligned} b_2 &= K_{ba} A_w = 0,315 \cdot 140 = 44 \text{ мм} \\ b_1 &= 1,12 b_2 = 1,12 \cdot 44 = 49,3 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.27)$$

Визначаємо колову швидкість і призначаємо ступінь кінематичної точності передачі:

$$V = \frac{\pi n_1 d_1}{60} = \frac{\pi \cdot 403,4 \cdot 0,0613}{60} = 1,3 \text{ м/с} \quad (3.28)$$

Ступінь кінематичної точності $n = 9$

Сили, що задіяні у зачепленні:

$$\text{колова сила: } F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 64,6}{0,0613} = 2108 \text{ Н} \quad (3.29)$$

$$\text{осьова сила: } F_a = F_t \cdot \tan \beta = 2108 \cdot 0,21 = 444 \text{ Н} \quad (3.30)$$

$$\text{радіальна сила: } F_r = \frac{F_t \tan \alpha}{\cos \beta} = \frac{2108 \cdot 0,364}{0,979} = 784 \text{ Н} \quad (3.31)$$

$$\sigma_H = z_H \cdot z_M \cdot z_e \sqrt{F_t \cdot K_{Ha} \cdot K_{Hb} \cdot K_{HV} \cdot \frac{u+1}{b_2 d_1 u}}$$

де $z_M = 275$ – коеф., що враховує мех. властивості матеріалів;
 $z_H = 1,77 \cdot \cos \beta$ – коеф. форми спряжених поверхонь зубців;
 $z_e = 0,76$ – коеф. сумарної довжини контактних ліній.

$$z_M = 275; \quad z_H = 1,75 \cos \beta = 1,77 \cdot 0,979 = 1,733$$

$$z_e = \sqrt{\frac{4 - E_a}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1,74}{3}} = 0,76$$

$$E_a = [1,88 - 3,2(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2})] \cos \beta$$

$$E_a = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{107} \right) \right] \cdot 0,984 = 1,74$$

$$E_b = \frac{b_2 \sin \beta}{\pi \cdot m} = \frac{44 \cdot 0,208}{2 \cdot \pi} = 1,45$$

$$K_{Ha} = 1,05; \quad K_{Hb} = 1,08; \quad K_{HV} = 1,19$$

$$\sigma_H = 275 \cdot 1,733 \cdot 0,76 \sqrt{2108 \cdot 1,16 \cdot 1,37 \cdot 1,01 \cdot \frac{3,5+1}{44 \cdot 61,3 \cdot 3,5}} = 460 \text{ МПа}$$

Розрахунок зубів на міцність.

шестерня:

$$z_{V_1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{30}{0,979^3} = 32$$

$$Y_{f_1} = 3,75; \quad K_{fa} = 1,35; \quad K_{fb} = 1,23; \quad K_{fv} = 1,04; \quad Y_b = 1; \quad Y_e = 1$$

$$\sigma_{F_1} = 3,75 \cdot 1 \cdot 0,915 \cdot 1,35 \cdot 0,23 \cdot 1,04 \cdot \frac{2108}{44 \cdot 2} = 142 \text{ МПа}$$

колесо:

$$z_{V_2} = 107 / 0,979^3 = 114$$

$$Y_{f_2} = 3,68; \quad Y_e = 1; \quad Y_\beta = 1;$$

$$\sigma_{F_2} = 3,68 \cdot 1,0 \cdot 0,915 \cdot 1,35 \cdot 1,23 \cdot 1,04 \cdot \frac{2108}{44 \cdot 2} = 139 \text{ МПа}$$

Таблиця 3.2 – Розрахунок тихохідної циліндричної передачі

Параметр	Значення
Міжосьова відстань A_w , мм	140
Модуль, мм	2
Кількість зубців Z_1	30
Z_2	107
Кут нахилу, град	11,883
Ширина вінця b_1 , мм	49,3
b_2 , мм	44
Ділильні діаметри d_1 , мм	61,3
d_2 , мм	218,6
F_t , Н	2108
F_a , Н	444
F_r , Н	784
$[\sigma_{H1}]$, МПа	568
σ_H , МПа	460
$[\sigma_{F1}]$, МПа	242
σ_F , МПа	142

Знаходжу кількість зубців Z_{1min} меншої ведучої зірочки

$$Z_{1min} = 29 - 2 \cdot u \geq 13 \quad (3.36)$$

$$Z_{1min} = 29 - 2 \cdot 1,508 = 26 \geq 13 \quad Z_1 = 26 \quad (3.37)$$

Знаходжу кількість зубців Z_2 більшої ведомої зірочки

$$Z_2 = u \cdot Z_1; \quad Z_2 = 1,508 \cdot 26 = 39 \quad (3.38)$$

Визначаю орієнтовний крок ланцюга:

$$t = 13 \sqrt[3]{\frac{T_1}{Z_1}} = 13 \sqrt[3]{\frac{217}{26}} = 25 \quad (3.39)$$

Вибираю ланцюг ПР-25,400-8800.

Значення кроку $t=25,4$ мм.

$$A_{оп} = 180 \text{ мм}^2$$

Руйнівне навантаження $F_{pn}=56,7$ кН

Маса ланцюга $g=2,6$ кг/м

Визначаю швидкість ланцюга:

$$V = \frac{t \cdot \omega_1 \cdot Z_1}{2\pi} = \frac{25,4 \cdot 10^{-3} \cdot 12,06 \cdot 26}{2\pi} = 1,27 \text{ м/с} \quad (3.40)$$

Із вимоги для здійснення кута обгону ведучої зірки ≥ 120 вибираємо оптимальну між осьову відстань

$$a_w = 40t = 40 \cdot 25,4 = 1016 \text{ мм} \quad (3.41)$$

Визначаю кількість ланок ланцюга

$$W = \frac{2a_w}{t} + 0,5(Z_1 + Z_2) + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right) \cdot \left(\frac{t}{a_w} \right)$$

$$W = \frac{2 \cdot 1016}{25,4} + 0,5(26 + 39) + \left(\frac{39 - 26}{2\pi} \right) \cdot \left(\frac{25,4}{1016} \right) = 113,2 = 114 \quad (3.42)$$

При використанні числа зубів не цілих не парних чисел для другої зірки з числом кратному 2 ланок ланцюга відбувається плавне спрацювання ланцюга із зубами зірочок.

Обчислюємо міжосьову відстань

$$a_w = 0,25 \cdot t \left(w_1 + \sqrt{w_1^2 - 8w_2} \right), \text{ де } w_1 = W - 0,5(Z_1 + Z_2), \quad w_2 = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \quad (3.43)$$

$$w_1 = 114 - 0,5(26 + 39) = 107,5 \quad w_2 = \left(\frac{39 - 26}{2\pi} \right)^2 = 26,9 \quad (3.44)$$

$$a_w = 0,25 \cdot 25,4 \left(107,5 + \sqrt{107,5^2 - 8 \cdot 26,9} \right) = 1359 \text{ мм} \quad (3.45)$$

Оскільки що при складанні ведений елемент ділянки ланцюга має провис то міжосьову відстань потрібно зменшити на 0,3% від обраховуваної відстані $a_w = 1355$ мм

Обчислюю сили, які утворюються в ділянках ланцюга:

У веденій ділянці (гілці) $F_2 = F_v + F_g$

$$\text{де } F_v - \text{відцентрова сила } F_v = qV^2 = 2,6 * 1,27^2 = 4,2 \text{ Н} \quad (3.46)$$

У ведучій ділянці (гілці) $F_1 = F_t + F_2$

$$\text{Сила провисання } F_g = K_f * q * g * a_w \quad (3.47)$$

K_f – коефіцієнт нахилу лінії центрів зірочки

$$F_g = 6 * 2,6 * 9,81 * 1,355 = 207,4 \text{ Н} \quad (3.48)$$

F_t – колова сила $F_t = 2T_1/d_1$

$$d = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{Z}\right)}, \quad d_a = t \left(0,5 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180}{Z}\right) \right) \quad (3.49)$$

$$d_1 = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180}{26}\right)} = 210,7 \text{ мм}, \quad d_{a1} = 25,4 \left(0,5 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180}{26}\right) \right) = 221,9 \text{ мм} \quad (3.50)$$

$$d_2 = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180}{39}\right)} = 315,7 \text{ мм}, \quad d_{a2} = 25,4 \left(0,5 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180}{39}\right) \right) = 327,3 \text{ мм} \quad (3.51)$$

$$F_t = 2 * 217,2 / 0,2107 = 2062 \text{ Н}; \quad F_2 = 4 + 207 = 211 \text{ Н}; \quad F_1 = 2062 + 211 = 2273 \text{ Н} \quad (3.52)$$

Силу що діє на вали та їх опори визначаю за формулою

$$F = 1,15 F_t = 1,15 * 2062 = 2371 \text{ Н} \quad (3.53)$$

Вибраний ланцюг перевіряю за середнім тиском в його шарнірах, який забезпечує зносостійкість

$$p = \frac{K \cdot F_t}{A_{on} \cdot K_m} \leq [p] \quad (3.54)$$

$$\text{де } K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 = 1 * 1,5 * 1,25 * 1 * 1 * 1 = 1,825$$

$K_1 = 1$ - коефіцієнт навантаження (при постійному навантаженні)

$K_2 = 1,5$ - коефіцієнт змащування (при періодичному змащенні)

$K_3 = 1,25$ - коефіцієнт тривалості роботи (при двохзмінній)

$K_4 = 1$ - коефіцієнт довжини ланцюга ($a = 30 \dots 60t$)

$K_5=1$ - коефіцієнт способу регулювання натягу ланцюга (відтискними опорами);

$K_6=1$ - коефіцієнт кута нахилу ліній центрів зірочок

$K_m=1$ - коефіцієнт рядності ланцюга

$$p = \frac{1,875 \cdot 2062}{180 \cdot 1} = 17,2 \leq [p] = 34,3 \quad (3.55)$$

Перевірка вибраного ланцюга на рядність

У відповідальних випадках перевіряю вибраний ланцюг на міцність за коефіцієнтом запасу:

$$s = \frac{Q}{(K_t \cdot F_t + F_v + F_g)} \geq [s] \quad (3.56)$$

$Q=56,7$ -руйнівне навантаження

$$s = \frac{56,7 \cdot 10^3}{(1 \cdot 2062 + 4 + 207)} = 24,9 \geq [s] = 7.6 \quad (3.57)$$

$[s] = 7.6$ - допустимий коефіцієнт запасу міцності

Таблиця 3.3 - Розрахунок ланцюгової передачі

Параметр	Значення
К-сть зубів Z_1	26
Z_2	39
Позначення даного ланцюга	ПР 25,400-8800
К-сть елементів ланцюга W	114
Міжосьова відстань, мм	1355
Ділильні діаметри d_1 , мм	210,7
d_2 , мм	315,7
діаметри вершин зубців d_{a1} , мм	21,9
d_{a2} мм	327,3
Сила що діє на вали F , Н	2371

Продовження таблиці 3.3

Тиск у шарнірах ланцюга: діючий p	17,2
допустимий $[p]$	34,2
Коефіцієнт запасу міцності: діючий s	24,9
допустимий $[s]$	7,6

Ескізне компоновання.

Вихідні дані: $d_1 = 24 \text{ мм}$, $d_2 = 87 \text{ мм}$, $v_1 = 46 \text{ мм}$, $v_2 = 20 \text{ мм}$,
 $d_3 = 61,3 \text{ мм}$, $d_4 = 218,6 \text{ мм}$, $v_3 = 49,4 \text{ мм}$, $v_4 = 44,1 \text{ мм}$, $A_{WH} = 55,5 \text{ мм}$, $A_{WT} = 140 \text{ мм}$

товщина стінки корпусу: $\delta = 0,025 \cdot A_{WH} + 3 = 0,025 \cdot 14 + 3 \approx 8 \text{ мм}$

$e_1 = 10$, $e_2 = 1,25\delta = 10 \text{ мм}$

Ведучий вал:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{11,6 \cdot 1000}{0,2 \cdot 15}} = 15,7 \text{ мм}$$

за конструктивною потребою $d_1 = 40 \text{ мм}$ (3.58)

підібраний підшипник: $d_n = 40 \text{ мм}$, $D = 80 \text{ мм}$, $B = 20 \text{ мм}$, №7208

Проміжний вал:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{64,6 \cdot 1000}{0,2 \cdot 22}} = 24,9 \text{ мм}$$

$d_2 = 25 \text{ мм}$

підібраний підшипник: $d_n = 25 \text{ мм}$, $D = 62 \text{ мм}$, $B = 17 \text{ мм}$, №305 (3.59)

Ведений вал:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{217,2 \cdot 1000}{0,2 \cdot 30}} = 33 \text{ мм}$$

$d_3 = 35 \text{ мм}$

підібраний підшипник: $d_n = 35 \text{ мм}$, $D = 72 \text{ мм}$, $B = 17 \text{ мм}$, №207 (3.60)

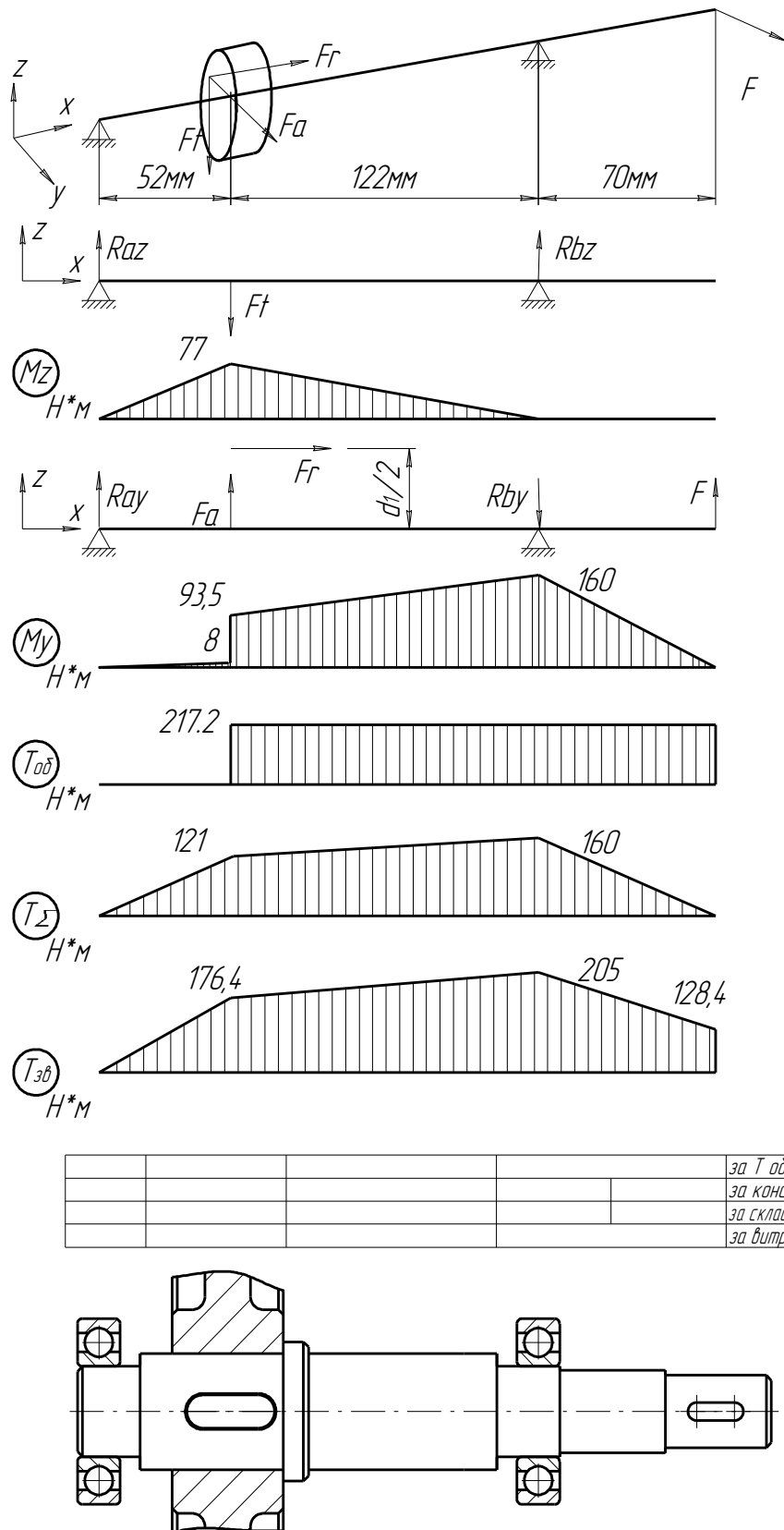


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема та епюри напружень початкового валу

$$F_t=2108 \text{ H}, F_r=784\text{H}, F_a=444\text{H}, F_{\text{натягу}}=2371 \text{ H}, T=377 \text{ H}\cdot\text{м}.$$

Визначимо реакції опор в площині XZ:

$$\begin{aligned}\Sigma M_A = 0: \quad F_{2z} &= F_t \frac{52}{174} = 2108 \frac{52}{174} = 630 \text{ (H)} \\ \Sigma M_B = 0: \quad F_{1z} &= F_t \frac{122}{174} = 2108 \frac{122}{174} = 1478 \text{ (H)} \\ \Sigma Y &= 0\end{aligned}\tag{3.61}$$

Визначимо реакції опор у площині XY:

$$\begin{aligned}\Sigma M_A = 0: \quad F_{2y} &= \frac{52F_a - M(F_r) + 244F}{174} = 2965 \text{ (H)} \\ \Sigma M_B = 0: \quad F_{1y} &= \frac{-70F + M(F_r) + 122F_a}{174} = 150 \text{ (H)} \\ \Sigma Y &= 0\end{aligned}\tag{3.62}$$

Визначимо сумарний момент

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_{x^2} + M_{y^2}}\tag{3.63}$$

Визначаємо зведений момент:

$$M_{\text{зв}} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + (\alpha T)^2}, \quad \alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_a]} = \frac{65}{110} = 0.591\tag{3.64}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{зв}}}{0.1[\sigma_{-1}]}}\tag{3.65}$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{176.4}{0.0001 \cdot 65}} = 30 \text{ мм} \quad d_2 = \sqrt[3]{\frac{205}{0.0001 \cdot 65}} = 31.6 \text{ мм} \quad d = \sqrt[3]{\frac{128.4}{0.0001 \cdot 65}} = 27 \text{ мм} \tag{3.66}$$

Перевірка вала на витривалість.

Вихідний вал.

$$d=46\text{мм}$$

Границя втоми матеріалу вала: $\sigma_{-1} = 450 \text{ МПа}$, $\tau_a = 250 \text{ МПа}$.

Амплітуди нормальних і дотичних напружень:

$$\sigma_a = \frac{M_{\max} \cdot 100}{W_0}; \quad \tau_a = \frac{T \cdot 1000}{2W_s}$$

$$W_0 = \frac{\pi 46^3}{32} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (46 - 5,5)^2}{2 \cdot 46} = 8178 \text{ мм}^3, \quad W_p = \frac{\pi 46^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (46 - 5,5)^2}{2 \cdot 46} = 17729 \text{ мм}^3 \quad (3.67)$$

$$\sigma_a = \frac{160 \cdot 1000}{8178} = 19,6 \text{ МПа}, \quad \tau_m = \tau_a = \frac{160 \cdot 1000}{2 \cdot 17729} = 6,1 \text{ МПа}$$

$$K_\sigma = 2,27 \quad K_\tau = 2,15, \quad \Psi_\sigma = 0,15, \quad \Psi_\tau = 0,1, \quad K_d = 0,78 \quad (3.68)$$

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / (K_\sigma \tau_a / K_d + \Psi_\sigma \sigma_m) = 450 / (2,27 \cdot 6,1 / 0,78 + 0,15 \cdot 19,6) = 7,5$$

$$S_\tau = \tau_{-1} / (K_\tau \tau_a / K_d + \Psi_\tau \sigma_m) = 250 / (2,15 \cdot 6,1 / 0,78 + 0,1 \cdot 19,6) = 14,3 \quad (3.69)$$

$$S_1 = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{7,5 \cdot 14,3}{\sqrt{7,5^2 + 14,3^2}} = 6,65 > [S] = 1,5$$

Вихідний вал

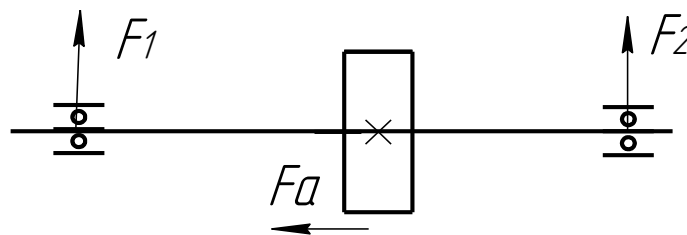


Рисунок 3.3 – Схема закріплення вала у підшипниках

$$F_1 = \sqrt{1478^2 + 150^2} = 1486 (H),$$

$$F_2 = \sqrt{630^2 + 2965^2} = 3031 (H), \quad (3.70)$$

$$F_a = 444 (H)$$

$R_E = K_E \cdot R$ - розрахункове еквівалентне навантаження.

$K_E = 1$ - коеф. інтенсивності;

$$R = (XV R_r + Y R_a) K_\sigma \cdot K_T$$

$$V = 1, \quad K_\sigma = 1, \quad K_T = 1$$

де R_r, R_a – радіальне та осьове зовнішнє навантаження на підшипник;

X, Y – коефіцієнти радіального та осьового навантаження;

K_σ – коеф. безпеки;

K_T – температурний коефіцієнт.

Підбираємо підшипник 207,

$$C_r = 19700(H), \quad C_0 = 13600(H)$$

$$\begin{aligned} \frac{R_a}{C_0} &= 0,033 \Rightarrow e = 0,23 \\ \frac{R_a}{VR_r} &= 0,15 < e \Rightarrow X = 1, Y = 0, \\ R &= (1 * 1 * 3031 + 0) * 1 = 3031H \\ R_e &= 1 \cdot 3031 = 3031H \end{aligned} \quad (3.71)$$

Розрахункова довговічність визначається за формулою

$$\begin{aligned} L &= a_1 \cdot a_{23} \left(\frac{C_r}{R_e} \right)^P \\ L &= 0,33 \cdot 0,8 \left(\frac{19700}{3031} \right)^3 = 72,5 \text{ млн. об.} \\ L_h &= \frac{10^6 \cdot L}{60n} = \frac{10^6 \cdot 72,5}{60 \cdot 115,2} = 10484 \text{ год.} \end{aligned} \quad (3.72)$$

Розрахунок шпоночних з'єднань

За діаметром вала, згідно зі стандартом ГОСТ 23360-78 вибираю розміри з'єднання.

Ведучий вал. $T=11,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$

$$d_1 = 38, b = 12, h = 8, t_1 = 5, t_2 = 3,3; l = 28;$$

Проміжний вал. $T=64,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$

$$d_1 = 38, b = 12, h = 8, t_1 = 5, t_2 = 3,3; l = 28;$$

Вихідний вал. $T=217,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$

$$d_3 = 46, b = 14, h = 9, t_1 = 5,5, t_2 = 3,8, l = 36;$$

$$d_4 = 28, b = 8, h = 7, t_1 = 4, t_2 = 3,3, l = 32;$$

Перевіряємо шпонкове з'єднання на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l_0 (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}] = 75 \text{ МПа} \quad (3.73)$$

-для шпонок з чавуну,

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l_0(h-t_1)} \leq [\sigma_{зм}] = 170 \text{ МПа} \quad (3.74)$$

де $\sigma_{зм}$ – дійсне напруження зминання, МПа;

d – діаметр вала, мм;

t_1 – глибина пазів, які розміщені на валі, мм.

$$\sigma_{зм_1} = \frac{2 \cdot 11,6 \cdot 1000}{38 \cdot 28(8-5)} = 7,3 \text{ МПа}, \quad \sigma_{зм_3} = \frac{2 \cdot 217 \cdot 1000}{46 \cdot 36 \cdot (9-5,5)} = 75 \text{ МПа} \quad (3.75)$$

$$\sigma_{зм_2} = \frac{2 \cdot 64,6 \cdot 1000}{38 \cdot 28 \cdot (8-5)} = 40,5 \text{ МПа}, \quad \sigma_{зм_4} = \frac{2 \cdot 217 \cdot 1000}{28 \cdot 32 \cdot 3} = 161,6 \text{ МПа}$$

Обчислюємо шпоночне з'єднання на зріз :

$$\tau_{зр} = \frac{2T}{d \cdot l_0 \cdot b} \leq [\tau_{зр}] = 0,6[\sigma_{зм}] = 45 \text{ МПа} \quad (3.76)$$

-для шпонок з чавуну,

$$\tau_{зр} = \frac{2T}{d \cdot l_0 \cdot b} \leq [\tau_{зр}] = 0,6[\sigma_{зм}] = 102 \text{ МПа} \quad (3.77)$$

-для шпонок зі сталі,

$$\tau_{зр_1} = \frac{2 \cdot 11,6 \cdot 1000}{38 \cdot 12 \cdot 28} = 1,8 \text{ МПа}, \quad \tau_{зр_3} = \frac{2 \cdot 377 \cdot 1000}{46 \cdot 14 \cdot 36} = 18,7 \text{ МПа},$$

$$\tau_{зр_2} = \frac{2 \cdot 130,6 \cdot 1000}{38 \cdot 12 \cdot 28} = 10,1 \text{ МПа}, \quad \tau_{зр_4} = \frac{2 \cdot 377 \cdot 1000}{28 \cdot 8 \cdot 42} = 60,6 \text{ МПа}, \quad (3.78)$$

Таблиця 3.4 - Результати розрахунків шпоночного з'єднання

Місце встановлення шпонки	Ведений вал	Проміжний вал	Вихідний вал	
D вала	38	38	46	28
Розміри шпонки bхhхl, мм	12х8х28	12х8х28	14х9х36	8х7х32
$[\sigma_{зм}]$, МПа	75	75	75	170
$\sigma_{зм}$, МПа	7,3	40,5	75	161,6
$[\tau_{зр}]$, МПа	45	45	45	102
$\tau_{зр}$, МПа	1,8	10,1	18,7	60,6

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Огляд ринку та критерії вибору САПР

Якщо питання про необхідність впровадження у виробництво CAD/CAM систем не викликає сумнівів, то вибір базової системи (чи систем) автоматизованого проектування і технологічної підготовки виробництва заслуговує на особливу увагу, адже від цього залежить ефективність виробництва продукції в цілому.

Відразу слід зазначити: ідеальної у всіх відношеннях системи не існує. Поняття «краще» та «гірше» є суто суб'єктивними, і в значній мірі, залежать від уподобань конкретної особи, що проводить аналіз системи. Але якщо система незадовільно вирішує задачу хоча б на одному з етапів наскрізного проектування, то її ефективність знижується в цілому, незалежно від інших переваг, якщо такі існують.

Ще більш складнішим є вибір модулів системи, які б найбільш повно забезпечували вирішення проблем, що стоять перед підприємством, при мінімальних фінансових затратах.

Впровадження у виробництво таких систем вимагає значних інтелектуальних та організаційних затрат і тісної взаємодії спеціалістів підприємства та фірм – постачальників програмного забезпечення.

Перш ніж приступити до вибору конкретної системи, варто більш детально ознайомитися з існуючими системами автоматизованого проектування (САПР) та їх можливостями. Іноді ці системи називають CAD/CAM/CAE системами (CAD – Computer-Aided Design, CAM – Computer-Aided Manufacturing, CAE – Computer-Aided Engineering). Такі системи передбачають наскрізну автоматизацію всього процесу створення нового виробу – від формування конструкторської ідеї до його виготовлення.

На сучасному ринку систем автоматизованого проектування налічується значна кількість (більше сотні) найрізноманітніших продуктів, більш менш вартих уваги.

Існуючі на ринку системи САПР можна умовно розділити на три класи:

- 1) системи вищого («важкого») класу;
- 2) системи середнього класу;
- 3) системи легкого («нижчого») класу.

До класу «важких» систем слід віднести інтегровані (повнофункціональні) системи, такі як Unigraphics, EUCLID, ProEngineer, CATIA та деякі інші. Ці системи дозволяють отримати повний цикл автоматизації виробництва, який охоплює всі етапи від конструкторських розробок до випуску готової продукції. Вони чудово підходять для моделювання виробів довільної складності, для створення збірних конструкцій. До складу цих систем, в тій чи іншій мірі повноти, входять модулі:

- ☒ моделювання;
- ☒ підготовки конструкторської документації;
- ☒ створення фотореалістичних зображень просторових моделей;
- ☒ розрахунку напружено-деформованого стану моделі;
- ☒ кінематичного та динамічного аналізу механізмів;
- ☒ теплового розрахунку;
- ☒ технологічної підготовки виробництва;
- ☒ імітації процесу обробки деталей;
- ☒ створення прес-форм та штампів;
- ☒ управління проектом виробу;
- ☒ інтерфейси до інших систем та ін.

Як правило, ці системи підтримують параметричне моделювання, що дозволяє отримувати кілька варіантів створюваного виробу шляхом зміни параметрів (розмірів). Більшість систем цього класу зберігають повну асоціативність між модулями системи, тобто креслення отримані в рамках системи повністю асоціативні з просторовою моделлю, і довільні зміни в моделі автоматично змінюються в кресленні і навпаки. Модульність таких систем дозволяє впроваджувати їх поетапно або ж створювати робочі місця, орієнтовані на цілком визначений клас або напрямок задач проектування. В більшості випадків, «важкі» системи є відкритими і дозволяють створювати

свої власні прикладні програми. Зазначений факт грає не останню роль, якщо підприємство, що впроваджує таку систему, уже володіє своїми власними розробками, які успішно використовувались раніше.

До недавнього часу системи вищого класу працювали виключно на потужних RISC-станціях, таких як Silicon Graphics, HP, SUN, DEC-Alpha. Останнім часом це правило стало вже винятком, і більшість фірм розробників пропонують свої рішення на ПК під керуванням операційної системи Windows.

Системи середнього класу були створені для більш економного вирішення завдань проектування нових зразків продукції. Вони відносно дешеві, спроможні оптимізувати співвідношення «ціна-якість». Цей клас представлений групою функціонально-незалежних продуктів, які дозволяють вирішити одну окремо взятую задачу підприємства.

Системи цього класу здебільшого випускаються розробниками базової системи моделювання або їх промисловими партнерами. До цього класу слід віднести Solid Edge, Mechanical Desktop, Pro/Junior, PRELUDE, GENIUS Desktop, Design-Space, Dynamic Designer Motion, Mold flow, Solid Works, SURF CAM, hyperMill, PowerMILL та інші. Технічним забезпеченням для функціонування систем середнього класу, як правило, є обчислювальні машини з процесорами класу Pentium під керуванням операційних систем Windows NT або Windows 98.

До класу «легких» систем можна віднести системи, що призначені насамперед для випуску конструкторської документації. Такі системи, в більшості випадків, працюють в режимі електронного кульмана і дозволяють створювати хороші креслення. Безумовно, маючи в своєму розпорядженні засоби, які дозволяють використовувати фрагменти раніше створених креслень, ці системи дозволяють прискорити випуск конструкторської документації. Такі системи інколи постачаються з засобами 3-вимірної геометричної моделювання, а також мають цілий ряд прикладних модулів, розроблених на їх базі. Працюють такі системи на ПК. До цього класу можна віднести такі системи як AutoCAD, CADDY, CAD key, Top CAD, КОМПАС та багато інших.

Звичайно, що такий поділ систем автоматизованого проектування на класи чисто умовний. Так AutoCAD разом з його прикладними модулями для поверхневого моделювання, фотореалістичного зображення та підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПУ можна було б віднести до середнього класу.

Аналіз результатів застосування САПР на підприємствах України і досвід інших виробників, які користуються послугами автоматизованого проектування, дозволяє запропонувати наступні критерії вибору САПР.

Ціна. Важливість матеріального фактора при виборі стратегії автоматизації проектування і виробництва прослідковується при аналізі стану автоматизації майже всіх українських підприємств (АТ «Херсонські комбайни», НВО «Етал», НВП «Електронмаш» та ін.). На першочергове значення цього фактора звертають увагу і на російському підприємстві «Вектор», яке займається постачанням комплексів САПР. В умовах ринкової економіки зважають на ціну САПР і застерігають від неправильної стратегії їх інвестування, оскільки перехід від однієї системи САПР до іншої пов'язаний зі значними затратами.

Другим важливим критерієм вибору САПР є поетапний розвиток комплексу відповідно до фінансових можливостей підприємства і складності тих задач, які на ньому розв'язуються. Вже згадуване підприємство «Вектор» пропонує трирівневу систему автоматизації. На НВО «Етал» аналізується можливість побудови двох-трьохрівневої САПР масштабу підприємства з 3D-системою на верхньому рівні (можливо САПР SolidWork), КОМПАС-Графік 4.6 + КОМПАС КЗ на середньому і КОМПАС-График 4.6 + КОМПАС ЧПУ на рівні «factory-floor». Прибалтійські виробники цей критерій називають принципом адекватності САПР умовам і параметрам бізнесу [24].

При виборі САПР неабияке значення має мова інтерфейсу та документації. На жаль, САПР, які мали б українську мову інтерфейсу та документації, відсутні. Відзначається незадовільний рівень освоєння САПР PT/Modular і Pro/Engineer через відсутність російськомовного інтерфейсу та документації на рідній мові користувачів.

З попереднім критерієм вибору САПР тісно пов'язана вимога підтримки ЄСКД і можливість створення документів на українській мові (як креслень, так і текстових документів). Здебільшого розробники САПР проголошують роботу їх систем з різними стандартами підготовки документації або можливість налагодження системи на випуск документації у відповідності до вимог ЄСКД. В будь-якому випадку проблему відповідності розроблюваних документів ЄСКД вирішують, використовуючи для одержання креслень систему КОМПАС. Стосовно мови, на якій документи розробляються, практичних проблем не виникає у випадку використання РС-платформ, що працюють під управлінням операційної системи Windows.

І останній важливий критерій – рівень супроводу САПР. Він тісно пов'язаний з фінансовим станом розробника САПР, надійністю дилера (постачальника), який допомагає визначитись із складом САПР (потрібними модулями) та технічних засобів, встановлює САПР на підприємстві, забезпечує гарантійне обслуговування, проводить навчання, консультує, постачає необхідну документацію.

Машинобудування, поряд з авіакосмічною промисловістю, автомобілебудуванням, промисловістю авіадвигунів, є галуззю, в якій виробляється продукція вищого рівня складності. А аналіз сучасних САПР і їх застосування свідчить, що саме для таких галузей призначені системи автоматизованого проектування вищого класу. То ж цілком логічно вибір компонентів трьохрівневої САПР почати з вибору системи вищого класу.

На світовому ринку представлено близько десятка систем, які претендують на повномасштабні САПР. На українському ринку (як і на ринку СНД) серед «важких» систем найбільш представлені САПР Pro/Engineer і Unigraphics. Вужче представлені системи CATIA – розроблена французькою фірмою DASSAULT SYSTEMS і пропонована на ринку фірмою IBM, і EUCLID – розробка компанії Matra Datavision (Франція). Про систему CATIA зразу можна сказати, що вона не є системою тривимірного моделювання і в ній відсутня асоціативність даних конструкторсько-технологічного ланцюжка. Але

кращим свідченням про рівень цієї системи може бути її положення в світі бізнесу.

В лютому 1998 р. російська Енергомашкорпорація оголосила тендер з вибору системи САПР для 19 підприємств на 600 робочих місць. Спочатку взяти участь в тендері виявили бажання чотири компанії: Unigraphics Solitions, IBM, PTC, Matra Datavision. Уважно вивчивши тендерні завдання, PTC і Matra Datavision зняли свої заявки. Корпорація IBM виставила свій програмний продукт CATIA, а Unigraphics Solitions – програму Unigraphics. Як обладнання використовувались робочі станції IBM 43P140 і HP C-180. Перший етап тендеру включав в себе побудову тривимірної твердотільної моделі парового котла, проектування технологічної оснастки, механообробку на верстаті з ЧПУ, розрахунок вузлів на міцність, аналіз технологічних процесів лиття (всього 19 завдань). Другий етап складався з п'яти задач, в тому числі побудова тривимірної моделі складної лопатки з внутрішньою порожниною охолодження, проектування прес-форми цієї лопатки і т.д. Час, який відводився на завдання, був чітко обмежений, і тому основним критерієм став процент виконання робіт. Підсумок підводили провідні технічні спеціалісти Енергомашкорпорації. Процентне співвідношення на всіх етапах виглядало так: на 1-му етапі Unigraphics – 93%, CATIA – 68%; на 2-му – Unigraphics – 96,34%, CATIA – 81,98%. В результаті Unigraphics одержала переконливу перемогу. Проект, який збирається здійснити Енергомашкорпорація, значний навіть в світовому масштабі. Достатньо нагадати, що відома американська компанія Bell Helicopter підписала контракт на 2,8 млн. доларів про поставку 112 ліцензій Unigraphics, а найбільший контракт в історії ринку САПР на поставку 10 тисяч ліцензій системи CAD/CAM/CAE Unigraphics укладений з автомобільним концерном General Motors.

Інший приклад позиції системи CATIA в бізнесовому світі – перехід на САПР Unigraphics в шведській автомобільній компанії Saab. Щоб спростити взаємодію і зв'язок всередині великих автомобільних проектів, компанія Saab почала впроваджувати весною 1997 р. систему Unigraphics. Попередня система CATIA буде використовуватися цією компанією лише в поточних проектах.

Компанія Saab намагається бути наслідувачем корпорації General Motors, яка робить зусилля впровадити єдину організацію і стандарт виробництва на всіх своїх підрозділах, розкиданих по всьому світу. Як частину цієї стратегії General Motors має намір використати одну спільну САПР. Результати досліджень показали, що такою системою, яка найбільш повно відповідає вимогам корпорації General Motors, є система Unigraphics. Раніше, з CATIA, в Saab в основному працювали з поверхнями і каркасними моделями для опису трьохвимірних моделей і не мали можливості працювати з параметрами. Головним чином визначалася лише одна сторона моделі або, що ще гірше, лише геометрія, необхідна для створення креслення. З допомогою об'ємних моделей легко підрахувати об'єм, вагу, імпульс твердого тіла. Новим для Saab виявилось те, що тепер можна створювати параметричні, тобто основані на динаміці, тверді тіла.

Отже, практичний вибір потрібно робити між системами Pro/Engineer і Unigraphics. Поряд з тим, що обидві ці системи відзначаються подібними основними показниками і користуються значним авторитетом в промисловості, між ними є і певні відмінності:

1. Інтеграція процесу проектування і даних. Unigraphics забезпечує більш потужну, ніж Pro/Engineer, інтеграцію процесу розробки проекту і різноманітних даних, пов'язаних з проектом, а також доступ до даних інших моделей. Це покладається на таку унікальну систему керування проектом компанії Unigraphics як InfoManager (IMAN). InfoManager дозволяє створити єдину інформаційну модель проекту в умовах паралельного ведення розробки, в яку легко інтегруються дані різноманітних САПР, електронних таблиць, текстових процесорів, а також довільна пов'язана з проектом інформація. Одною з причин, чому автомобільна компанія Saab перейшла на САПР Unigraphics, було те, що ця САПР надає надзвичайно потужні можливості інтеграції не тільки в межах одного підприємства, але дозволяє Saab досягати інтеграції і з її субпідрядниками. Компанія BMW AG (Німеччина) вибрала систему IMAN як свою нову систему керування проектними даними по кількох причинах. IMAN має сучасну архітектуру, чудову функціональність, відмінну

системну продуктивність, високу надійність і гнучкість інтеграції. Важливим при виборі IMAN було те, що в ній реалізовані Web-технології. Компанія BMW має децентралізовану структуру і очікується, що коло 70 відсотків її співробітників будуть мати віддалений доступ до інформації, якою керуватиме IMAN. При виборі IMAN в BMW також була звернута увага на високий рівень професіоналізму та компетентності спеціалістів Unigraphics Solutions, які займаються впровадження проекту. Слід ще відзначити, що рішення вибрати IMAN було зроблено цілком незалежно від використання САПР-продуктів компанії Unigraphics Solutions.

2. Моделювання поверхонь. Цей вид моделювання розглядається як унікальна альтернатива твердотільному параметричному моделюванню і приваблює чимало виробників. Моделювання поверхонь відсутнє в САПР Pro/Engineer.

3. Інтеграція з САПР інших рівнів. Компанія Unigraphics Solutions є розробником не лише «важкої» САПР Unigraphics, але й системи середнього класу Solid Edge, в зв'язку з чим через САПР Unigraphics опиняється в більш вигідному становищі, ніж Pro/Engineer. Між Unigraphics і Solid Edge відсутня проблема взаємодії, оскільки обидві вони використовують одне і те саме геометричне ядро Parasolid (ядро Parasolid також використовується в САПР Solid Works). Для обміну інформацією з іншими САПР в обох продуктах компанії Unigraphics Solutions використовується ряд стандартних форматів даних і трансляторів з них. Зокрема обмін даними з креслярсько-графічною системою КОМПАС в обох системах може здійснюватися через формат DXF.

4. Фінансовий стан компаній PTC і Unigraphics Solutions. Фінансовий стан компанії Parametric Technology Corporation різко погіршився в 1998 р. Ціна акцій PTC в серпні того року впала з 36 доларів до рівня нижчого 10 доларів. В неї з'явилися проблеми з законом за несподівано різкий скид 8 млн. акцій. Невдача компанію PTC спіткала і з її продуктом PT/Modeter.

Також слід врахувати і наступне. На початку серпня 1998 р. PTC оголосила про укладення міжнародної (в тому розумінні, що вона діє в усьому світі) угоди з компанією Rand Technology, згідно з якою остання робиться

майстер-дистриб'ютором PTC. За цією угодою певна категорія як нинішніх, так і майбутніх користувачів Pro/Engineer з річним оборотом від 10 до 150 млн. доларів передаються на обслуговування і підтримку в Rand Technology. А це спричинить певні незручності рядовим користувачам Pro/Engineer. Аналітики і спеціалісти розглядають цю подію як пряме свідчення поступового усунення PTC з ринку CAD-систем. Та й сама компанія PTC не приховує, що CAD-системи незабаром будуть складати коло 25% її бізнесу, основна ж увага буде зосереджена на PDM-системах.

Компанія Unigraphics Solutions оголосила про 29-відсотковий ріст доходів в першому кварталі 1999 р. і 42-відсоткове збільшення виробничого прибутку. Збільшення відбулося по всіх параметрах: від продажу програмного забезпечення на всіх континентах до оплати за послуги. За словами президента і виконавчого директора Unigraphics Solutions John Mazzola, на протязі першого кварталу вони встановили понад 8000 робочих місць програмного забезпечення більш як 15000 замовникам систем Unigraphics, Solid Edge і IMAN". Одночасно з публікацією цих результатів Unigraphics Solutions оголосила про підписання великого контракту з компанією Boeing Company. П'ятирічна угода вартістю 43 млн. доларів передбачає поставку ПЗ САПР Unigraphics та інші послуги. Крім того, в першому кварталі 1999 р. було підписано ще кілька великих контрактів, серед яких контракт на 7,8 млн. доларів з компанією Continental General Tire і угода на 7,5 млн. доларів з компанією Pratt & Whitney.

Комплексну оцінку САПР (або фірми, яка впроваджує САПР) можна виконати за формулою:

$$C = K_1 \times V_1 + K_2 \times V_2 + \dots K_n \times V_n,$$

де K_i – значення критерію за десятибальною системою,

V_i – оцінка вагомості цього критерію,

n – кількість критеріїв.

Таблиця 4.1 – Комплексна оцінка САПР різних розробників

САПР		Критерії						
		0,17	0,12	0,2	0,2	0,15	0,16	
		Рівень україні- зації САПР	Рівень русифі- кації САПР	Рівень підтри- мки ЄСКД	Рівень підтрим- ки верстаті в з ЧПУ	Фінансо- вий стан фірми- розроб- ника	Оцінка інтерфей- су САПР	Комплек- сна оцінка
Вищий клас								
1	Pro/ Engineer	0	0	5	6	3	9	4.09
2	Unigraphics	0	0	6	6	6	8	4,58
3	CAT1A	0	0	4	5	5	7	3,67
СЕРЕДНІЙ КЛАС								
1	Solid Work	0	0	6	в	8	8	4,98
2	Solid Edge	0	0	6	7	6	8	4,98
НИЗЬКИЙ КЛАС								
1	КОМПАС	0	10	10	4	8	6	6,16
2	AutoCAD	0	8	7	4	9	9	5.95

Комплексна оцінка САПР PRO/Engineer:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 0 + 0,2 \times 5 + 0,2 \times 6 + 0,15 \times 3 + 0,16 \times 9 = 0 + 0 + 1 + 1,2 + 0,45 + 1,44 = 4,09.$$

Комплексна оцінка САПР Unigraphics:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 0 + 0,2 \times 6 + 0,2 \times 6 + 0,15 \times 6 + 0,16 \times 8 = 0 + 0 + 1,2 + 1,2 + 0,9 + 1,28 = 4,58.$$

Комплексна оцінка САПР CATIA:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 0 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,16 \times 7 = 0 + 0 + 0,8 + 1 + 0,75 + 1,12 = 3,67.$$

Комплексна оцінка САПР Solid Work:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 0 + 0,2 \times 6 + 0,2 \times 6 + 0,15 \times 8 + 0,16 \times 8 = 0 + 0 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,28 = 4,98.$$

Комплексна оцінка САПР КОМПАС:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 10 + 0,2 \times 10 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 8 + 0,16 \times 6 = 0 + 1,2 + 2,0 + 0,8 + 1,2 + 0,96 = 6,16.$$

Комплексна оцінка САПР AutoCAD:

$$0,17 \times 0 + 0,12 \times 8 + 0,2 \times 7 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 9 + 0,16 \times 9 = 0 + 0,96 + 1,4 + 0,8 + 1,35 + 1,44 = 5,95.$$

Враховуючи економічний і фінансовий стан економіки нашої країни і на основі результатів аналізу САПР, які пропонуються на ринку, порівняльну характеристику САПР CATIA, Pro/Engineer і Unigraphics, наведену в попередньому розділі, пропонується для впровадження на підприємствах машинобудування такий комплекс САПР трьох рівнів:

3-й рівень – Unigraphics;

2-й рівень – Solid Edge;

1-й рівень – КОМПАС.

Враховуючи рівень складності поставлених задач, досвід роботи і наявність програмного забезпечення для виконання дипломної роботи було вибрано систему AutoCAD, за допомогою якої було виконано оформлення графічної частини роботи та технологічної документації.

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Регенерація відпрацьованих автотранспортних масел-олив

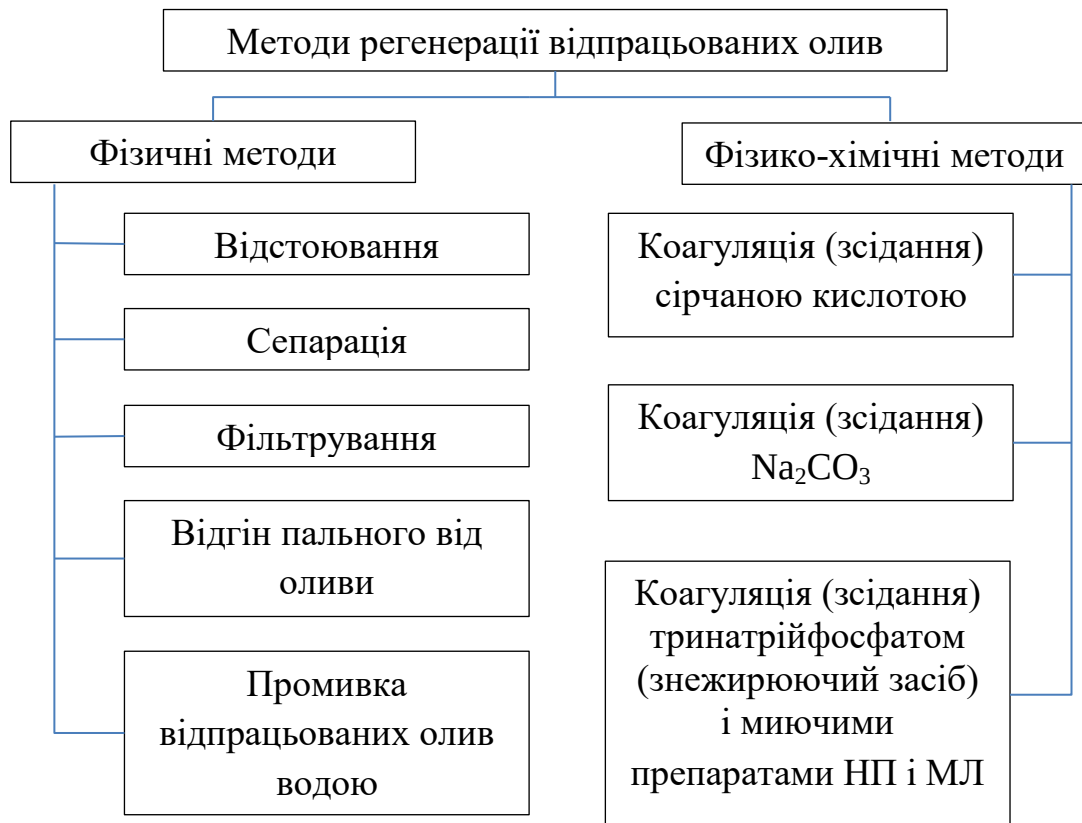


Рисунок 5.1 – Класифікація методів регенерації відпрацьованих олив

Відстій відпрацьованих олив проходить за принципом осідання часток під дією їх власної сили Q . Для розмірів часток 0,051-10,0 мікрметрів осідання відбувається за законом Стокса:

$$\omega_0 = \frac{d^2}{18} (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{1}{\eta} \quad (5.1)$$

де ω_0 - швидкість осідання часток відпрацьованих олив, м/с;

d - діаметр часток відпрацьованих олив, м;

γ_1 - питома вага однорідної твердої частки відпрацьованих олив, кг/м³;

γ_2 - питома вага рідини, кг/м³;

η - абсолютна в'язкість рідини, кг с/м².

З цієї формули слідує, що швидкість осідання часток відпрацьованих олив зростає, із зростанням їх розмірів (діаметру). Як відомо в'язкість оливи спадає із підвищенням температури, тому відстій потрібно проводити при підвищеній (високій) температурі.

Таблиця 5.1 - Залежність вмісту в оливі механічних домішок від часу відстоювання при температурі 80°C

Відстань від днища відстійника, мм	Вміст домішок, %, від тривалості відстоювання				
	60 хв.	180 хв.	360 хв.	720 хв.	1080 хв.
240	0,141	0,090	0,030	0,000	0, 000
180	0,151	0,110	0,070	0,000	0, 000
120	0,181	0,160	0,110	0,030	0, 000
60	0,191	0,230	0,230	0,190	0, 000
1	0,211	0,330	0,500	0,730	0, 920

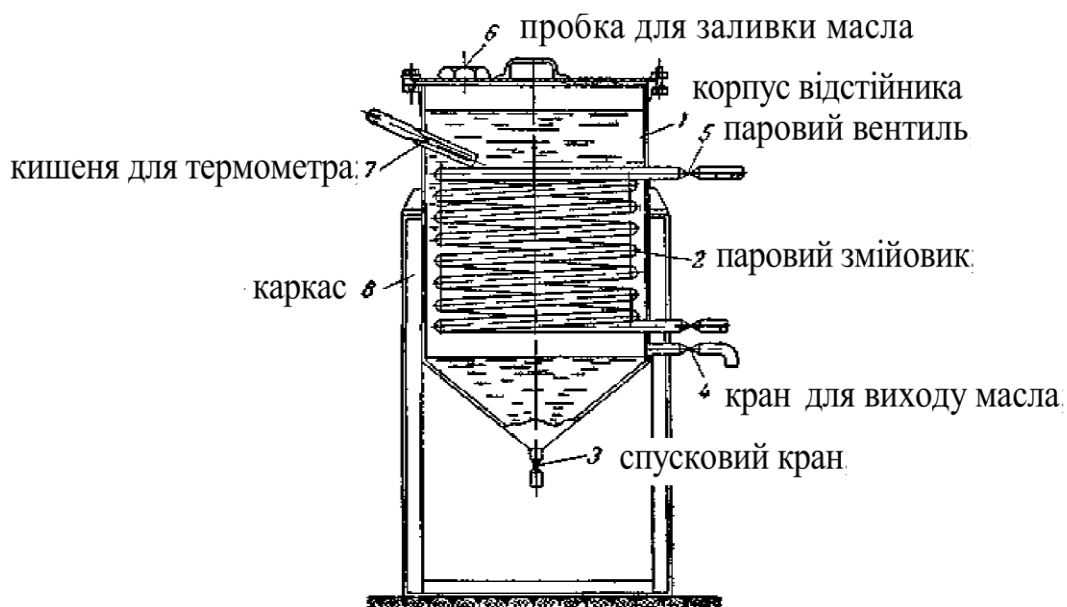


Рисунок 5.2 - Схема відстійника з паровим підігрівом

Фільтрування - це процес розділення неоднорідних елементів за вдяки пористих перегородок, які у свою чергу затримують одні фази цих елементів і пропускають інші.

Нище наведена формула Пуазейля для дозволяє визначити швидкості фільтрування Q :

$$Q = \frac{\pi r^4 p F}{8 l \eta}, \quad (5.2)$$

де r -;

p - тиск оливи перед фільтром;

F - площа фільтруючої перегородки;

l - довжина капіляра.

З даного рівняння випливає, що продуктивність фільтрування прямо пропорційна тиску оливи перед фільтром, площі фільтруючої перегородки, середньому радіусу капілярів перегородки в четвертому ступені і обернена пропорційно довжині капіляра і абсолютної в'язкості оливи.

Таблиця 5.2 - Вплив коагулянтів на результативність відпрацьованих олив

Досліджені зразки	Коагулянти	К-сть оливи		Час фільтрації, хв.
		що відстоялося після обробки коагулянтами, %	профільтрованого через фільтрпрес, %	
Відпрацьовані оливи АТЗ	Без обробки коагулянтами	10	80	20

Продовження таблиці 5.2

	H_2SO_4	100,0	220,0	50,0
	Na_2CO_3	85,0	210,0	50,0
	<i>НП</i> – 5	90,0	220,0	50,0
	<i>МЛ</i> – 2	80,0	160,0	35,0
	<i>МЛ</i> – 6	70,0	150,0	38,0
Відпрацьована дизельна олива	Без обробки коагулянтами	Не відстоюється	Не фільтрується	
	H_2SO_4	100,0	200,0	50,0
	Na_2CO_3	80,0	170,0	45,0
	<i>НП</i> – 5	90-95,0	180,0	45,0
	<i>МЛ</i> – 2	70,0	140,0	35,0
	<i>МЛ</i> – 6	80,0	160,0	40,0

Таблиця 5.3 - Якісні дані олив після обробки коагулянтами

	Олива АТЗ	Дизельна олива з добавкою НП-360
В'язкість, сСТ	7,701	12,872
Температура загоряння, °С	112,0	187
Мг КОН/г	0,431	0,10
Число сапонифікації, мг КОН/г	1,071	1,772
Щелочність, мг КОН/г	—	0,482
Коксованість, %	2,281	1,542
сумарних домішок	1,56761	0,39622
неорганічних компонентів	1,10041	0,19941
асфальтенів	0,05201	0,01921
карбонів і карбоїдів	0,41621	0,17761
барію	—	0,1551
води	2,41	—

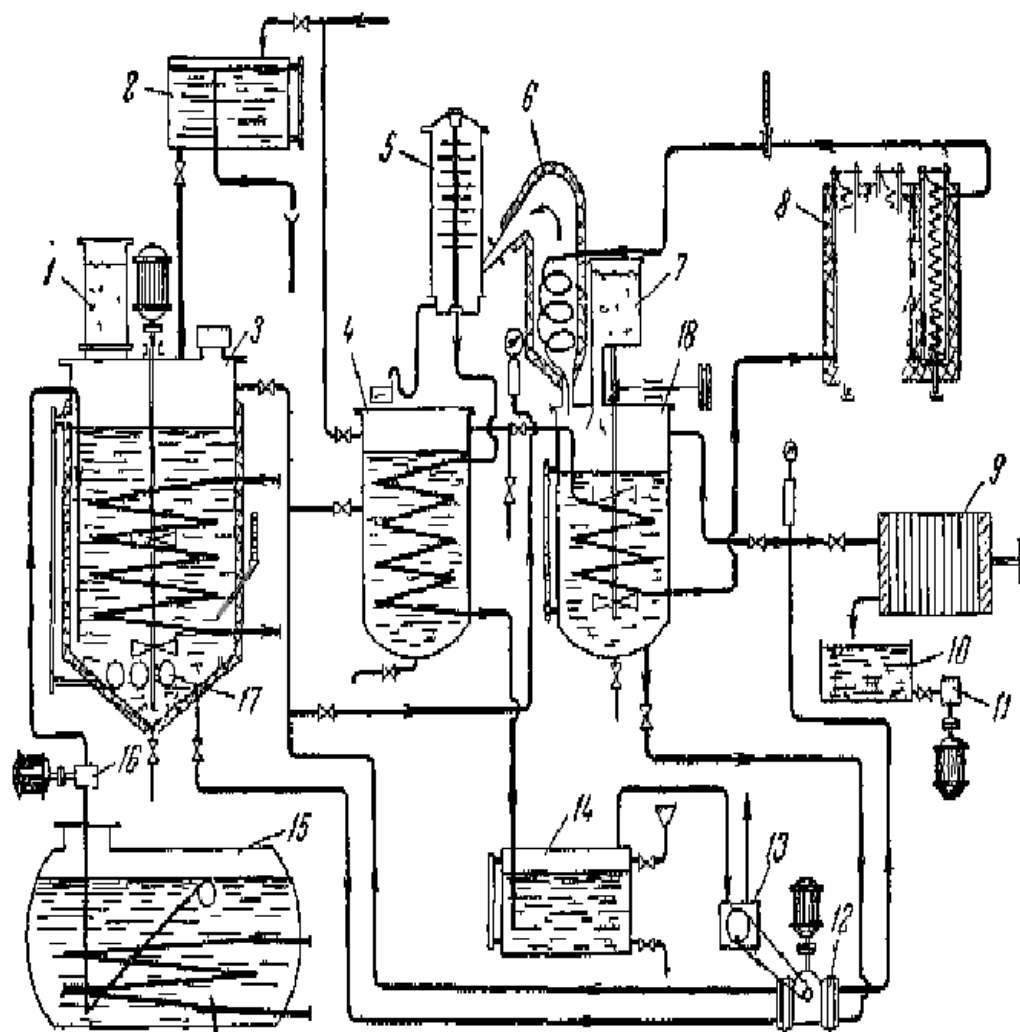


Рисунок 5.2 - Принципова схема устаткування РМ-50-62:

- 1, 7 - відсіки; 2 - балони для води; 3 - змішувач, 4 - теплообмінник; 5 - вловлювач; 6 - випарник; 8 – електрична піч; 9 – фільтруючий прес;
 10 - резервуар для чистої оливи; 11, 16 - помпа РЗ-3; 12 - помпа, 13 - вакуумний;
 14 - вловлювач відгону; 15 - резервуар для відпрацьованої оливи; 17 – електричний нагрівач; 18 - змішувач

Таблиця 5.4 - Продуктивність устаткування по відпрацьованій оливі, кг/год.

Олива		Індустріальна		Загальна	
автомобільна	50	олива	80	споживча	17,5
Дизельна олива	40	Трансформаторна	90-100	продуктивність	кВт
		олива			

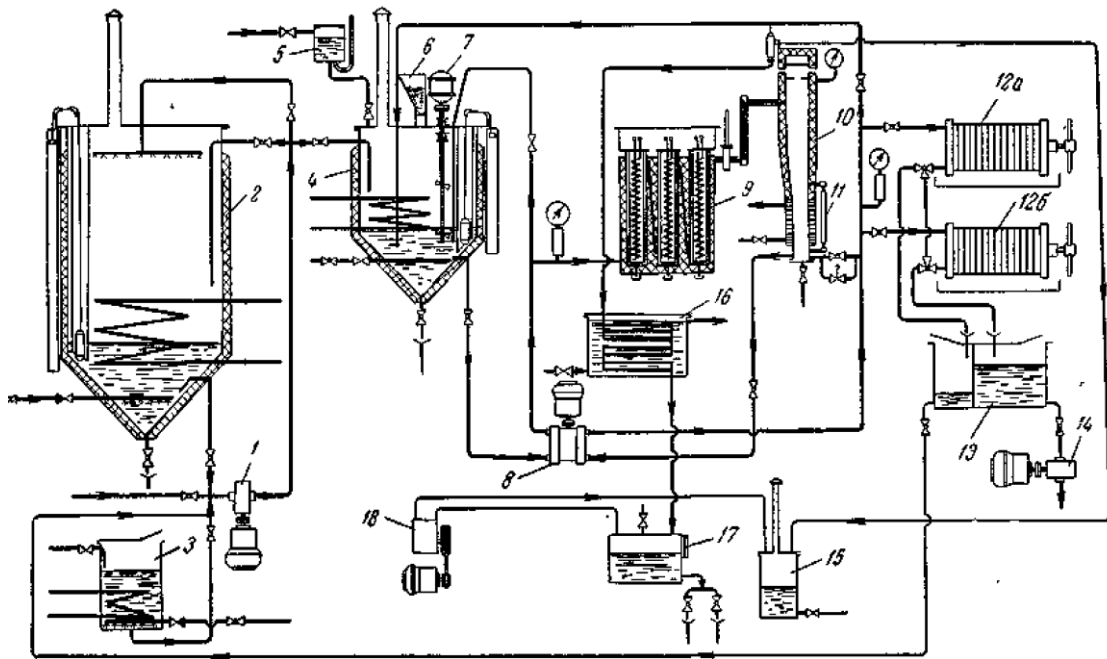


Рисунок 5.3 - Принципова схема устаткування РМ-50-65:

1 — сировинний насос; 2—реактор; 3 — бачок для приготування розчину коагулянтів; 4— мішалка; 5 — водяний бачок; 6 — бункер; 7 — електродвигун перемішуючого пристрою; 8 — скальчатий насос; 9 — електропідігрівач; 10 — випарник; 11 — холодильник; 12а, 12б — фільтрпреси; 13 — проміжний бачок; 14 — насос для готового продукту; 15 — аварійний бачок; 16 — теплообмінник; 17 — збірник відгону; 18 — вакуум-насос

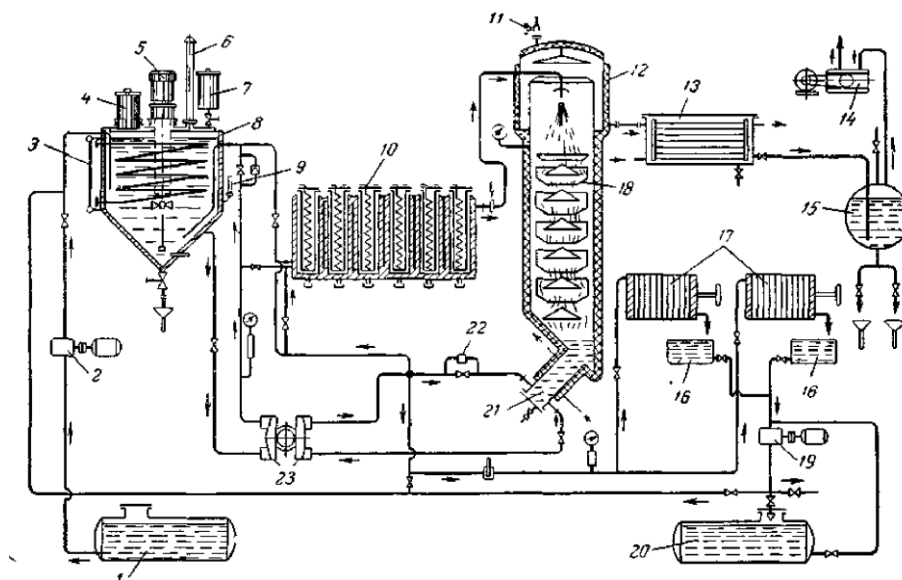


Рисунок 5.4 - Принципова схема устаткування РМ-100

6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Розрахунок кількості працюючих на дільницях та в цехах заводу

Працюючі в цехах заводу поділяються на декілька категорій.

Основні виробничі робітники виконують роботи безпосередньо на основному виробництві. Кількість основних робітників $m_{осн}$, чол, необхідних для виконання річного завдання на певній дільниці визначається виходячи з річної програми трудомісткості дільниці — T_d , та дійсного фонду часу робітника відповідної професії Φ_d (вибираємо за даними таблиці 6 [1]).

$$m_{осн} = \frac{T_d}{\Phi_d} . \quad (6.1)$$

Так для дільниці по ремонту корпусних деталей підрахуємо

$$m_{осн} = \frac{24124}{1909} = 12,6 \approx 13. \quad (6.2)$$

Крім основних робітників виробничу програму забезпечують робітники допоміжні: кранівники, комірники, контролери т.і. Їх кількість приймаємо у відсотковому відношенні до основних робітників, рекомендовано 12...15% і залежить від технічної складності виробництва.

Кількість інженерно-технічних робітників (ІТР) та службовців (розрахунково-конторський персонал) приймається також у відсотковому відношенні до виробничників (основні робітники плюс допоміжні). Приймається для ІТР — 7...10%, із них 50% працюють на виробництві (майстри, начальники цехів). Службовців приймаємо — 2%.

Робітників молодшого обслуговуючого персоналу приймаємо 2% від кількості всіх робітників. Оскільки такі категорії як інженерно-технічні працівники, службовці та молодший обслуговуючий персонал забезпечують роботу усіх цехових робітників і можуть одночасно працювати на декількох дільницях виробництва, а також в управлінні доцільно їх розрахунок вести

відносно усіх дільниць цеху. Результати підрахунку працюючих зводимо в табл. 6.1.

Одночасно формуємо цехи основного виробництва: складального, мотороремонтного та цеху відновлення. Підрахуємо кількість робітників відділу головного механіка із розрахунку 17% від робітників механічної дільниці цеху відновлення.

Відділ інструментального господарства визначається в кількості 25% від робітників механічної дільниці цеху відновлення.

Формуючи основні виробничі цехи заводу звертаємо увагу на специфіку робіт. Так всі роботи по зварюванню, ковальське, мідницькі відносимо до цеху відновлення. Роботи механічної дільниці мотороремонтного цеху на 50% виконуються в цеху відновлення.

Роботи по ремонту власного обладнання, крім специфічних, відносимо до мотороремонтного цеху.

Визначаємо кількість робітників відділу головного механіка

$$m_{огм} = \frac{35}{100} \cdot 17 = 5,95 \approx 6 \quad (6.3)$$

Визначаємо кількість робітників інструментального відділу

$$m_{им} = \frac{32}{100} \cdot 25 = 8$$

Таблиця 6.1 - Кількість працюючих на дільницях і в цехах заводу

№	Цехи і дільниці	Трудо- мі- сткість, люд.- год	Дійс- ний річний фонд часу, год.	Робітники		ІТР	Службовці	МОП
				Основні	Допоміжні			
Складальний цех								
1	Зовнішня мийка	1512	1893	0,8/1	0,1			
2	Розбирання машин	27216	1909	14,3/15	2,2			
3	Виварювально-мийна дільниця	3024	1893	1,6/2	0,3			
4	Дефектовочна	6048	1909	3,17/4	0,6			
5	Комплектувальна	9072	1909	4,8/5	0,75			
6	Ремонт корпусних деталей	24124	1909	12,6/13	1,95			
7	Складальна	89208	1909	46,73/47	7,05			
8	Шиномонтажна	3024	1893	1,6/2	0,3			
9	Жерстяницька	15120	1909	7,9/8	1,2			
10	Мідницька	10584	1853	5,7/6	0,9			
11	Деревообробна	3024	1909	1,58/2	0,3			
12	Малярна	3024	1610	1,87/2	0,3			
	Всього по цеху			99,0	15,0	9,0	5, 0	4,0
Цех відновлення								
13	Механічна	66528	1909	34,85/35	5,25			
14	Ковальська	9072	1853	4,9/5	0,75			
15	Термічна	6048	1893	3,19/4	0,6			

Продовження таблиці 6.1

16	Зварювально-наплавлювальна	21168	1853	11,42/12	1,8			
17	Гальванічна	3024	1893	1,6/2	0,3			
	Всього по цеху			53	8	5	3	2
Цех силових агрегатів								
18	Зовнішня мийка	1680	1893	0,89/1	0,15			
19	Дільниця розбирання	26880	1909	14,08/15	2,25			
20	Виварювально-мийна дільниця	5712	1893	3,02/4	0,6			
21	Дефектовочна	7728	1909	4,05/5	0,75			
22	Комплектувальна	8400	1909	4,4/5	0,75			
23	Ремонт корпусних деталей	33600	1909	17,6/18	2,7			
24	Складальна	11860 8	1909	62,13/63	9,45			
25	Мідницька	10080	1853	5,44/6	0,9			
26	Ремонт паливної апаратури	31920	1909	16,7/17	2,55			
27	Ремонт електрообладнання	3360	1893	1,77/2	0,3			
28	Механічна	47040	1909	24,6/25	3,75			
29	Станція випробування	16800	1853	9,07/10	1,5			
	Всього по цеху			167	26	15	9	6
30	Інструментальна дільниця			8				
31	Відділ головного механіка			6				
	Усього			333	49	29	17	12

Загальна кількість працюючих на заводі (у головному корпусі):

- основні робочі..... 333 чоловіки;
- допоміжні робочі 49 чоловік;
- інженерно-технічний персонал..... 29 чоловік;
- службовці 17 чоловік;
- молодший обслуговуючий персонал 12 чоловік;
- майстри 13 чоловік;
- начальники цехів 3 чоловіка;
- усього працюючих.....440 чоловік.

6.2 Розрахунок виробничих та допоміжних площ головного корпусу заводу

Розрахунок виробничих площ F_d , m^2 , які зайняті виробничим обладнанням, об'єктами ремонту, заготовками, робочими проходами, виконуємо за принципом питомої площі на одного основного робочого, m^2

$$F_d = f \cdot m_o, \quad (6.4)$$

де f — питома площа на дільниці; $m^2/\text{чол.}$,

m_o — кількість робітників дільниці у найбільшу зміну.

Приймаємо, що наші дільниці працюють в одну зміну. Також приймаємо, що цех силових агрегатів працює в 2 зміни.

Таблиця 6.2 - Виробничі площі заводу

№ п/п	Цех та дільниця	Кількість основних робітників	Питома площа, m^2	Загальна площа, m^2
Складальний цех				
1.	Зовнішня мийка	1	35	35

Продовження таблиці 6.2

2.	Розбирання машин	15	20	300
3.	Виварювально-мийна дільниця	2	35	70
4.	Дефектовочна	4	15	60
5.	Комплектувальна	5	15	75
6.	Ремонт корпусних деталей	13	20	260
7.	Жерстяницька	8	12	96
8.	Складальна	47	20	940
9.	Деревооброблювальна	2	20	40
10.	Фарбування	2	35	70
11.	Шиномонтажна	2	20	40
	Всього по цеху			1903
Цех відновлення				
12.	Механічна	35	12	420
13.	Ковальська	5	25	125
14.	Термічна	4	25	100
15.	Зварювально-наплавлювальна	12	20	240
16.	Гальванічна	2	35	70
17.	Мідницька	6	12	72
	Всього по цеху			874
Цех силових агрегатів				
18.	Мийна дільниця	1	35	35
19.	Дільниця розбирання	15	20	300
20.	Виварювально-мийна			
21.	Дефектовочна	5	15	75
22.	Комплектувальна	5	15	75
23.	Ремонт корпусних деталей	18	20	360

Закінчення таблиці 6.2

24.	Складальна	63	20	1260
25.	Ремонт паливної апаратури	17	10	170
26.	Ремонт електрообладнання	2	8	16
27.	Випробовування	10	35	350
28.	Мідницька	6	12	72
29.	Механічна	25	12	300
	Всього по цеху			3043
	З урахуванням двох змін			1522
30.	Відділ головного механіка	6	10	60
31.	Відділ інструментального господарства	8	10	80
	Всього по головному корпусу			4439

Визначимо площу складських приміщень головного корпусу.

Вся площа складських приміщень приймається в розмірі 25% від виробничих і складає 1110 м².

Розподіл цієї площі за окремими складськими приміщеннями зводимо в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 - Площі складських приміщень в головному корпусі

Назва складу	Норма площі, %	Загальна площа
Запасних частин	20	222
Деталей, що очікують ремонту	7	93
Комплектувальний	10	132
Металу	8	106

Продовження таблиці 6.3

Брухту	2	27
Інструментальний	4	53
Агрегатів, що очікують ремонту	15	167
Відремонтованих агрегатів	6	80
Всього в головному корпусі		802

Розрахунок побутових приміщень ведемо по питомим нормам, згідно з методичними вказівками.

Таблиця 6.4 - Побутові та конторські приміщення

Назва приміщення	Питома площа	Кількість працюючих	Площа, м ²
Гардеробні	0,8 м ² / 1 роб.	470	376
Кімнати умивальників	0,5 м ² / 10 роб.	542	28
Душові кімнати	2,5 м ² / 5 роб.	470	235
Туалетні приміщення	3 м ² / 15 роб.	542	109
Буфет-їдальня	0,25 м ² / 1 роб.	542	136
Конторські приміщення	5 м ² / 1 ІТР	17	85
Кабінет майстра	7,5 м ²	16	120
Кабінет начальника цеху	10 м ²	3	30
Всього в корпусі			910
Розміщуємо на двох поверхах			455

Підрахуємо всі площі приміщень та виробничі площі, що розміщуються в головному корпусі і зведемо в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 - Узагальнююча відомість площ головного корпусу

Назва площі	Прийнята площа, м ²
Виробничі площі	4439
Складські приміщення	802
Побутові та конторські площі	455
Проходи та проїзди	444
Загальна площа приміщень головного корпусу	6140

6.3 Компоновка головного корпусу заводу

З метою зменшення будівельних затрат, а також в подальшому для зменшення затрат на обслуговування виробництва, рекомендується (доцільно) цехи основного виробництва та допоміжні підрозділи розміщати в одному виробничому корпусі.

При цьому необхідно передбачити основні проїзди та проходи в цехах. Прийнято загальну площу проїздів та проходів знаходити як 10...15% від площі усіх приміщень.

У більшості випадків будівля виконується багатопрольотною, одноповерховою. Але приміщення побутово-конторські можуть розміщуватись в 2-3 поверхи в залежності від будови, висота побутового приміщення не менше 3м.

Приймаємо корпус з трьох прольотів по 24м. Тоді довжину прольотів визначаємо, м

$$F_{кор} = B \cdot L, \quad (6.5)$$

де B – ширина корпусу $24 \times 3 = 72$ м;

$F_{кор}$ — загальна площа;

L — довжина прольотів, з кількістю колон кратною 12 м.

Отримуємо довжину корпусу, м

$$L = \frac{F_{\text{кор}}}{B} = \frac{6140}{72} = 85,3. \quad (6.6)$$

Враховуючи прийнятий крок колон 12 м, приймаємо довжину корпусу

$$L = 96 = 12 \times 8 \quad (6.7)$$

Отже, приймаємо розміри головного виробничого корпусу авторемонтного заводу 72 на 96 метрів.

При розміщенні цехів та діляниць виробництва маємо на увазі проектування прямоточного процесу ремонту: коли базова деталь (рама автомобілів) проходить ремонтні позиції по прямому напрямку. А агрегати, деталі ремонтуються, складаються на паралельному напрямку і видаються на кінцеве загальне складання машини. Необхідно при розміщенні діляниць уникати перехрестного переміщення вузлів і деалей. Цей процес відображаємо лініями вантажопотоків в відсотковому відношенні на плані головного корпусу.

6.4 Генеральний план авторемонтного заводу

Генеральний план (генплан) відображує розташування на ділянці забудови (території підприємства) будівель та споруджень, складських площ, транспортних шляхів, зелених насаджень, огорож та інших об'єктів. Перелік об'єктів, які розміщуються на плані та їх розміри встановлюються перед розробкою генплану. Найбільш важливим є визначення площі головного корпусу заводу та розташування допоміжних (адміністративно-побутових) приміщень. В нашому випадку адміністративно-побутові приміщення з міркувань економії розміщуються у головному корпусі заводу.

Існують рекомендації щодо розташування розбірно-мийних виробництв в окремій будівлі з метою забезпечення чистоти в головному виробничому корпусі. Але з іншого боку необхідно блокувати цехи по можливості в одному корпусі, що дозволить знизити витрати на будівництво та прокладку інженерних комунікацій.

Перед в'їздом до території заводу передбачають площадку для стоянки легкових автомобілів із розрахунку десяти місць на 100 робітників. Площа одного місця для машини (з урахуванням під'їзду) приймається рівною 25 м^2 .

Площа стоянки, $F_{ст}$, м^2

$$F_{cm} = \frac{m}{10} \cdot 25, \quad (6.8)$$

де m – це загальна кількість робітників на заводі, чол.

$$F_{cm} = \frac{440}{10} \cdot 25 = 1100. \quad (6.9)$$

Приймаємо розміри стоянки $25 \times 50 \text{ м}$.

Уточнена площа стоянки становитиме, м^2

$$F_{cm} = B_{cm} \cdot L_{cm}, \quad (6.10)$$

де $B_{ст}$, $L_{ст}$ – прийняті розміри стоянки, м.

$$F_{cm} = 25 \cdot 50 = 1250. \quad (6.11)$$

Також відомо, що площа головного корпусу заводу при розмірах $96 \times 72 \text{ м}$ дорівнює, м^2

$$F_{кор} = B_{кор} \cdot L_{кор} , \quad (6.12)$$

де $B_{кор}$ – ширина головного корпусу заводу, м,

$L_{кор}$ – довжина головного корпусу заводу, м.

Отже, маємо наступне значення

$$F_{кор} = 72 \cdot 96 = 6912 .$$

Також з першого розділу відомо, що зовнішні складські приміщення складають 312 м². Приймаємо споруду розмірами 18х18 м, враховуючи необхідність підбирати довжину стін, кратну 6-ти. Тоді уточнена площа буде складати, м²

$$F_{скл} = B_{скл} \cdot L_{скл} , \quad (6.13)$$

де $B_{скл}$, $L_{скл}$ – відповідно, ширина і довжина зовнішнього складського приміщення, м.

$$F_{скл} = 18 \cdot 18 = 324 .$$

Загальна площа ділянки території заводу визначається з умови 4,5 м² на 100 люд.-год. трудомісткості річної виробничої програми, м²

$$F_{\phi} = \frac{4,5 \cdot T}{100} , \quad (6.14)$$

де T – трудомісткість річної виробничої програми, люд.-год.

$$F_{\phi} = \frac{4,5 \cdot 722300}{100} = 32504 .$$

Тепер приймаємо ширину ділянки 160 м, і визначаємо довжину території заводу, м

$$L_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{B_{\partial}}, \quad (6.15)$$

$$L_{\partial} = \frac{32504}{160} = 204.$$

При компонуванні генплану як правило враховуються напрямки вітрів, щоб забезпечити найбільш сприятливі умови для природної вентиляції та освітлення, а також перешкоджати поширенню диму та газів на побутові приміщення від виробництв зі шкідливими виділеннями. Але цей момент було враховано при компонуванні головного корпусу заводу, де найбільш шкідливі виробництва (дільниці) розташовані якнайдалі від побутових та конторських приміщень.

Генплан зображується на листі формату А1 у масштабі 1:200 чи 1:500.

Необхідно також подати експлікацію будівель та навести такі показники генплану:

- загальну площу земельної ділянки;
- площу, яку займають будівлі;
- коефіцієнт забудови;
- коефіцієнт використання території;
- коефіцієнт озеленення.

Коефіцієнт забудови визначається як

$$k_z = \frac{F_z}{F_{\partial}}, \quad (6.16)$$

де F_z – це площа забудови (спорудження, майданчики, резервуари);

$$F_z = 12\,184 \text{ м}^2;$$

F_{∂} – загальна площа земельної ділянки заводу.

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Визначення економічної ефективності впровадження стенда для розбирання ДВЗ

У дипломному проекті розроблено стенд кільцевого типу, що встановлений на ділянці розбирання двигунів автомобілів.

До модернізації двигуни розбирали на підставці, що була позбавлена будь-якої механізації. Отже, у проекті підставку до впровадження стенда будемо вважати аналогом стенда і будемо позначати АТ.

Розроблений стенд вважатимемо новою технікою і позначатимемо у тексті НТ.

Для промислового обладнання розрахунково-балансова вартість визначається за формулою:

$$Ц_{НТ} = Ц_{МК} + Ц_{об} \quad (7.1)$$

де $Ц_{МК}$ – вартість металоконструкцій;

$$Ц_{МК} = G_{МК} \cdot Ц_{м}, \quad (7.2)$$

де $Ц_{м}$ – ціна тони металу, $Ц_{м} = 4500$ грн.

$$G_{МК} = 0,12 \text{ тони}.$$

$$Ц_{МК} = 0,12 \cdot 4500 = 540 \text{ грн.}$$

$Ц_{об}$ – вартість обладнання ; $Ц_{об} = 8\,450$ грн .

$Ц_{ст} = 1\,420$ грн – вартість підставки до модернізації.

Тоді: нова техніка

$$Ц_{НТ} = 540 + 8\,450 = 8\,990,$$

аналог

$$Ц_{АТ} = 1\,420.$$

7.2 Розрахунок річного фонду роботи обладнання

Розрахунок річного фонду часу T_p , год, роботи обладнання проводиться за формулою

$$T_p = \frac{T_{\phi}}{\frac{1}{t_{зм} \cdot k_{зм}} + D_p} \quad (7.3)$$

де T_{ϕ} – річний фонд робочого часу, год, $T_{\phi} = 253$.

Визначається як різниця між загальною кількістю днів у році і кількістю вихідних та святкових днів;

$t_{зм}$ – тривалість зміни у машино-годинах (для п'ятиденного $t_{зм} = 8,0$ г.);

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності роботи машини ($k_{зм} = 2$);

D_p – простої в машино-днях в усіх видах технічного обслуговування та ремонту, що припадають на одну машино-годину роботи;

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^m (d_{pi} + d_{pi}) a_i}{T_{ц}} \quad (7.4)$$

де m – число різновидів технічних обслуговувань та ремонтів на протязі міжремонтного циклу;

d_{pi} – тривалість надання у ремонт або технічне обслуговування та повернення назад, при цьому для технічного обслуговування $d_{pi} = 0$, якщо технічне обслуговування проводиться на місці; для доставки у поточний ремонт і назад $d_{pi} = 10$ днів; для доставки в капітальний ремонт і назад $d_{pi} = 20$ днів;

d_{pi} – тривалість перебування в i -му ремонті або технічному обслуговуванні;

a_i – кількість i -х ремонтів або технічних обслуговувань за міжремонтний цикл;

$T_{\text{ц}}$ – час міжремонтного циклу, год, за таблицею 7.1.

І розраховуємо:

нова техніка

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^m (d_{pi} + d_{pi})a_i}{T_{\text{ц}}} = \frac{(1,5+0) \cdot 32}{12000} + \frac{(6+10) \cdot 7}{12000} + \frac{(14+20) \cdot 1}{12000} = 0,0162$$

аналог

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^m (d_{pi} + d_{pi})a_i}{T_{\text{ц}}} = \frac{(1,5+0) \cdot 32}{12000} + \frac{(8+10) \cdot 7}{12000} + \frac{(20+20) \cdot 1}{12000} = 0,0178.$$

Таблиця 7.1 - Технічне обслуговування та ремонт обладнання

Вид технічного обслуговування, ремонту	Періодичність виконання технічного обслуговування та ремонтів, маш.-год.	Число тех. обслуговувань та ремонтів в одному ремонтному циклі	Тривалість одного технічного обслуговування та ремонту, роб. днів	Трудомісткість виконання одного технічного обслуговування та ремонту, люд.-год.
нова техніка				
ТО	300	32	1,5	35
ПР	1500	7	6	300
КР	12000	1	14	800
аналог				
ТО	300	32	1,5	40
ПР	1500	7	8	500
КР	12000	1	20	1200

Річна експлуатаційна продуктивність B , шт/рік, визначається по формулі

$$B = b_{\text{ег}} \cdot T_p \cdot k_{\text{пр}} \quad (6.)$$

де $b_{\text{ег}}$ – годинна експлуатаційна продуктивність, од. прод./год

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, що враховує простой не враховані в годинній експлуатаційній продуктивності, ($k_{\text{пр}}=0,82$);

Годинна експлуатаційна продуктивність визначається за формулою:
нова техніка

$$b_{\text{ег}} = b_{\text{тг}} \cdot k_{\text{т}} = 2,02 \cdot 0,7 = 1,40,$$

аналог

$$b_{\text{ег}} = b_{\text{тг}} \cdot k_{\text{т}} = 1,39 \cdot 0,7 = 0,97,$$

де $b_{\text{тг}}$ – годинна технічна продуктивність, од. прод. /год.;

$k_{\text{т}} = 0,7$ – коефіцієнт переходу від технічної до експлуатаційної продуктивності .

нова техніка

$$b_{\text{дг}} = \frac{k \cdot Q}{t_{\text{д}}} = \frac{0,7 \cdot 10}{3,47} = 2,02 ,$$

аналог

$$b_{\text{дг}} = \frac{k \cdot Q}{t_{\text{д}}} = \frac{0,7 \cdot 5,5}{2,78} = 1,39 ,$$

де Q – вантажопідйомність обладнання, т;

$k = 0,7$ – коефіцієнт використання стенда по вантажопідйомності;

$t_{\text{д}}$ – тривалість одного робочого циклу, год.;

7.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань на реновацію стенда

Розрахунок амортизаційних відрахувань на реновацію стенда здійснюється згідно до вимог діючого законодавства, згідно якого за квартал відраховується 6 % від остаточної вартості.

Нова техніка, вартість на початок i -того квартала

$$\Pi_{61} = 8\,990 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування за і-тий квартал

$$AO_I = 8\,990 \cdot 0,06 = 539,$$

$$\Pi_{6II} = \Pi_{61} - AO_I = 8\,990 - 539 = 8\,451,$$

$$AO_{II} = 8\,451 \cdot 0,06 = 507,$$

$$\Pi_{6III} = 8\,451 - 507 = 7\,944,$$

$$AO_{III} = 7\,944 \cdot 0,06 = 477,$$

$$\Pi_{6IV} = 7\,944 - 477 = 7\,467,$$

$$AO_{IV} = 7\,467 \cdot 0,06 = 448.$$

амортизаційні відрахування за рік, грн

$$S_A = \sum_{I=1}^4 AO_I = 539 + 507 + 477 + 448 = 1971.$$

Аналог, вартість на початок і-того квартала

$$\Pi_{61} = 1\,420 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування за і-тий квартал

$$AO_I = 1\,420 \cdot 0,06 = 85,$$

$$\Pi_{6II} = \Pi_{61} - AO_I = 1\,420 - 85 = 1\,335,$$

$$AO_{II} = 1\,335 \cdot 0,06 = 80,$$

$$\Pi_{6III} = 1\,335 - 80 = 1\,255,$$

$$AO_{III} = 1\,255 \cdot 0,06 = 75,$$

$$\Pi_{6IV} = 1\,255 - 75 = 1\,179,$$

$$AO_{IV} = 1\,179 \cdot 0,06 = 71.$$

Амортизаційні відрахування за рік, грн

$$S_A = \sum_{I=1}^4 AO_I = 85 + 80 + 75 + 71 = 311.)$$

7.4 Визначення витрат на утримання та експлуатацію техніки

Витрати на утримання та експлуатацію стенда (Se) включають:

- витрати на капітальний ремонт (Skp);
- витрати на технічне обслуговування і поточні ремонти (Sto);
- витрати на електричну енергію (Sel);

- витрати на мастильні матеріали ($S_{зм}$).

Витрати на капітальний ремонт визначаються за формулою:

нова техніка

$$S_{кр} = \frac{k_{нп} \cdot A_{кр} \cdot Ц_б}{100} = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 8990}{100} = 495,$$

аналог

$$S_{кр} = \frac{k_{нп} \cdot A_{кр} \cdot Ц_б}{100} = \frac{1,1 \cdot 5 \cdot 1420}{100} = 78.$$

де $A_{кр}$ – норма амортизаційних відрахувань на КР у відсотках балансової вартості, $A_{кр} = 4-5\%$.

Результати розрахунку річних витрат.

Таблиця 7.2 - Нова техніка - підсумок річних витрат

Найменування статей витрат	Позначення	Величина витрат, грн	Структура витрат, %
Заробітна плата з нарахуваннями	$S_{зп}$	66 768,00	55
Амортизаційні відрахування на реновацію естакади	$S_{ар}$	1 971,00	33
Експлуатаційні витрати, в тому числі:	S_e	6 135,00	12
- Витрати на капітальний ремонт	$S_{кр}$	495,00	8
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт	$S_{мо}$	3 695,00	3
- Витрати на електроенергію	$S_{ел}$	2 267,00	2
- Витрати на мастильні матеріали	$S_{зм}$	173,70	7
Разом	S	74 874,00	100

Таблиця 7.3 - Аналог - підсумок річних витрат

Найменування статей витрат	Позначення	Величина витрат, грн	Структура витрат, %
Заробітна плата з нарахуваннями	<i>Sзп</i>	65 398,00	70
Амортизаційні відрахування на реновацію стійки	<i>Sар</i>	311,00	22
Експлуатаційні витрати, в тому числі:	<i>Se</i>	5 372,00	8
- Витрати на капітальний ремонт	<i>Skp</i>	78,00	6
- Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт	<i>Sмо</i>	5 372,00	6
- Витрати на електроенергію	<i>Sел</i>	—	0
- Витрати на мастильні матеріали	<i>Sзм</i>	—	0
Разом	<i>S</i>	71 081,00	100

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Розрахунок системи захисту електродвигунів від струму короткого замикання

Для захисту електричного двигуна від короткого замикання на корпус застосовується заземлюючий пристрій. Заземленню підлягає все обладнання у всіх випадках при напрузі 380 В при змінному струмі і 440 В при постійному і особливо небезпечних приладах, коли напруга вища за 42 В змінний струм вища 110 В при постійному струмі.

Штучне заземлення це вертикально забиті в землю труби діаметром 50-60 мм і довжиною 2-2,5 м.

На рис.8.1 зображено розрахункову схему заземлення верстату.

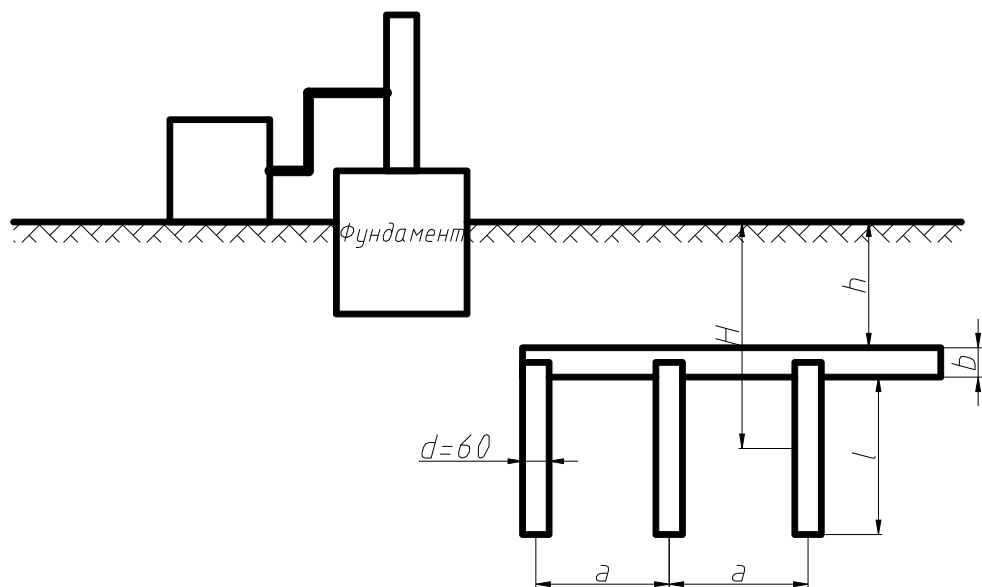


Рисунок 8.1 – Розрахункова схема заземлення верстату:

d - діаметр труби (стержня), $d = 60$ мм; H - глибина стержневого заземлювача нижче землі, $H = 1,6$ м; l - довжина стержня $l = 2$ м; b - ширина полоси,

$b = d/l = 30$ м; a - відстань між стержнями, $a = 2$ м; h - віддаль від полоси до поверхні землі, $h = 0,6$ м.

1. Визначаємо опір одиничного вертикального заземлювача, заглибленого нижче рівня землі на $H = 1,6$ м.

$$R_{cmp} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0,5l \ln \frac{4H + l}{4H - l} \right); \quad (8.1)$$

$$R_{cmp} = \frac{3 \cdot 10^2}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,6} + 0,5 \cdot 2 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2}{4 \cdot 1,6 - 2} \right) = 56 \text{ Ом.}$$

2. Визначаємо кількість заземлювачів.

$$n = \frac{R_{cmp}}{r\eta\eta_c}; \quad (8.2)$$

де r - нормована величина заземлення, $r = 4$ Ом;

η - коефіцієнт використання, $\eta = (0,56 - 0,78)$. Приймаємо $\eta = 0,75$;

η_c - коефіцієнт сезонності, $\eta_c = (0,5 - 0,6)$. Приймаємо $\eta_c = 0,55$.

$$n = \frac{56}{4 \cdot 0,75 \cdot 0,55} = 33,94.$$

Приймаємо $n = 34$ шт.

3. Визначаємо довжину полоси.

$$L = 1,05 \cdot a(n - 1), \text{ м}; \quad (8.3)$$

де a - віддаль між стержнями, $a = 2$ м.

$$L = 1,05 \cdot 2(34 - 1) = 69,3 \text{ м.}$$

4. Визначаємо опір полоси:

$$r_{пол} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2L^2}{hb}; \quad (8.4)$$

$$r_{пол} = \frac{3 \cdot 10^2}{2 \cdot 3,14 \cdot 69,3} \ln \frac{2 \cdot 69,3^2}{0,6 \cdot 0,03} = 9,1 \text{ Ом};$$

$\rho = 3 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, питомий опір.

4. Визначаємо опір контуру заземлення

$$R_{кз} = \frac{R_{стр} \cdot r_{пол}}{R_{стт} \cdot \eta_n + r_n \cdot \eta_{стт} \cdot n} \leq 4 \text{ Ом};$$

η_n - коефіцієнт використання полоси, приймаємо $\eta_n = 0,29$;

$\eta_{стр}$ - коефіцієнт використання заземлювачів, приймаємо $\eta_{стр} = 0,7$.

Потрібна умова виконується.

8.2 Аналіз умов праці на робочому місці оператора ЕОМ

Робота обслуговуючого персоналу обчислювального центру полягає в інсталяції необхідного програмного забезпечення і подальшому його використанні в діалоговому режимі роботи з ЕОМ. Іноді може виникати необхідність написання допоміжних програм для підвищення ефективності роботи або для зниження витрат. З погляду забезпечення умов праці і вимог техніки безпеки для роботи оператора необхідно таке: достатнє освітлення екрана дисплея і робочого місця; повна технічна справність устаткування, його електробезпечність; достатня пожежобезпечність приміщення; оптимальний мікроклімат, що сприяє продуктивній роботі; відповідність робочого місця вимогам ергономіки. До небезпечних і шкідливих чинників, впливу яких піддається оператор, можна віднести: можливість ураження електричним

струмом при електронесправності устаткування, порушенні заземлення або техніки безпеки; робота в мікрокліматі з неприпустимими параметрами; робота при недостатній освітленості екрана дисплея і робочого місця.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 приміщення в якому знаходяться ЕОМ можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки, тому що це приміщення безпилоче, сухе, із нормальною температурою й підлогою, що не має заземлених металоконструкцій. Персональні ЕОМ можна віднести до першого класу електротехнічних виробів із засобі захисту людини від ураження електричним струмом ГОСТ 12.2.007. 0-76, тому що їх корпуси виготовлені з пластмаси і кожен пристрій має заземлення і вилку з заземленим контактом. Відповідно до правил улаштування електроустановок ЕОМ можна віднести до електроустановок із робочою напругою до 1000 В. Особам що допускаються до роботи з таким устаткуванням, присвоюється III - IV кваліфікаційна група з техніки безпеки.

Основними чинниками які характеризують метеорологічні умови є: температура і вологість повітря; рухливість повітря; теплове випромінювання. Ці умови впливають на теплообмін організму з навколишнім середовищем.

Рух повітря на робочому місці оператора виникає за рахунок конвенції і має швидкість порядку 0,01 – 0,05 м/с. Дія внутрішнього вентилятора ЕОМ на переміщення повітря на робочому місці значного впливу не чинить внаслідок його малої продуктивності $Q = 32 \text{ м}^3/\text{год}$, що створює швидкість прямування повітря біля забірної шахти в бічній стінці корпуса приблизно 0,09 – 0,10 м/с. Виходячи з цього можна зробити висновок про наявність оптимальних умов, із погляду швидкості прямування повітря, на робочому місці оператора.

У якості джерела вологовиділення в приміщенні, де знаходяться ЕОМ, можуть виступати їх користувачі. Графік роботи вузла і кількість обслуговуючого персоналу передбачає максимальну кількість людей, що одночасно знаходяться в помешканні, рівним чотирьом.

Відповідно до СНіП II-68-78 площа кабінетів обчислювальної техніки з настільними обчислювальними машинами повинна задовольняти умові - не менше 3 м^2 на одне робоче місце. Кратність повітрообміну в приміщенні вузла

також регламентується СНіП II-68-78, вона повинна складати 30 м³/год на одне місце. Виконання даних вимог забезпечить підтримування в приміщенні оптимального значення вологості і складу повітря.

Відповідно до СНіП II-4-79 роботу оператора можна віднести до роботи з малою точністю (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм) V-ого розряду зорової роботи, із великою контрастністю об'єкта розрізнення (символів на екрані дисплея), із темним фоном (підрозряд зорової роботи V). Приміщення вузла можна віднести до 1 групи приміщень, у яких провадиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючого на робочу поверхню. Для такого типу приміщень і розряду зорової роботи нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КЕО) робочої поверхні (при комбінованому освітленні), повинен складати 0,5%, освітленість при штучному освітленні повинна складати 150 лк. За результатами виміру освітленості відділом охорони праці розмір освітленості від системи загального штучного освітлення знаходиться в межах 400 - 500 лк, що відповідає вимогам, запропонованим до приміщення вузла.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 рівні звукового тиску в робочому приміщенні не повинні перевищувати в октавних смугах із середньгеометричними частотами значень, приведених у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Рекомендовані значення частот

Робочі місця	Рівень звукового тиску, Дб, в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц								Рівн і звук у, Дб
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ОЦ	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В приміщенні вузла знаходяться такі джерела шуму: електродвигуни внутрішнього вентилятора ПК; працюючі принтери; працюючі дисководи. Шум, від вентилятора можна класифікувати як постійний, всі інші джерела

шуму, як імпульсні. Відповідно до паспорта на приміщення рівень звуку, вимірюваний по шкалі А шумоміра, досягає розміру 28,3 д(А) при роботі всього устаткування комп'ютерного вузла, включаючи і ксерокс. Це дозволяє зробити висновок про відповідність рівня звуку в приміщенні вимогам ГОСТ 12.1.003-83.

Ергономічні вимоги до робочого місця нормуються ГОСТ 12.2.032-78 (таблиця 8.2). Оптимальне положення тіла працюючого забезпечується відповідною конструкцією робочого місця, а також регулюванням висоти робочої поверхні, сидіння, простору і підставки для ніг.

Таблиця 8.2 – Ергономічні вимоги до робочого місця оператора ЕОМ

Ріст людини	Висота робочої поверхні стола, мм	Висота простору для ніг, мм	Висота сидіння, мм
175	765	655	450

Для забезпечення безпечних умов праці на робочому місці оператора необхідним є проведення ряду заходів.

З точки зору забезпечення електробезпеки до цих заходів можна віднести наступні: улаштування розподільних щитів спеціальними розетками з контактами, що заземлюють; організація заземлення всіх приладів і пристроїв; періодична перевірка справності заземлення всіх приладів і пристроїв; щорічна перевірка знань з техніки безпеки із занесенням результатів в журнал.

З точки зору забезпечення оптимальних умов мікроклімату, рівня звуку й освітленості до цих заходів можна віднести: організацію природної вентиляції за допомогою дефлектора для забезпечення необхідного повітрообміну в приміщенні вузла; організацію системи центрального опалення для підтримування оптимальної температури в холодний період року; організацію штучного загального освітлення для забезпечення необхідних умов зорової роботи, що відповідають СНіП II 4-79; оформлення паспорта на приміщення вузла із занесенням у нього вимірів освітленості і рівня звуку, проведених відділом охорони праці.

З точки зору забезпечення пожежної безпеки до цих заходів можна віднести розробку схеми евакуації з приміщення вузла у випадку пожежі.

Для виконання вимог ергономіки можна запропонувати заміну нерегульованого сидіння на крісло з регульованими ергономічними параметрами, а також заміну використовуваного столу на робоче місце оператора ЕОМ, що відповідає ГОСТ 12.2.032-78.

8.3 Причини і характер пожеж на підприємствах автомобілебудівної промисловості

Явище або обставини, що безпосередньо обумовлюють виникнення пожежі, називають причиною пожежі.

Основні причини пожеж на підприємствах поділяються на:

- дисциплінарні;
- технологічні;
- зумовлені електричним струмом;
- зумовлені відсутністю або несвоєчасністю контролю.

До дисциплінарних причин пожеж відносяться порушення вимог до проектування промислових і допоміжних будівель і споруд, вибору будівельних матеріалів і конструкцій, планування приміщень, розташування технологічного устаткування та комунікацій; відхилення від правил експлуатації та ремонту устаткування, споживачів електроенергії та електричних мереж, порушення посадових інструкцій щодо пожежної безпеки; порушення правил безпеки при проведенні робіт з використанням відкритого полум'я; необережна поведінка з джерелами відкритого полум'я, паління в цехах і на складах; неправильне поводження з рідинами, що легко займаються; неправильне зберігання забруднених мастилом обтиральних матеріалів, ганчір'я, бавовняного спецодягу; порушення правил і термінів прибирання спаленого пилу.

Технологічними причинами пожеж є робота на несправному технологічному устаткуванні або порушення режимів технологічних процесів;

застосування спалимих речовин і матеріалів, які не відповідають вимогам технології та інструменту, при ударах якого до твердої поверхні утворюються іскри.

Основними причинами пожеж, які спричинені електричним струмом, є застосування електроустаткування, що не відповідає категорії пожежо- і вибухонебезпечності виробництва; перевантаження технологічних машин із електроприводом і електромереж; поганий електричний контакт у місцях з'єднання провідників; порушення цілісності ізоляції провідників електричного струму; відсутність засобів захисту від статичної електрики на технологічному устаткуванні та у працюючих; відсутність або порушення цілісності громовідводів, а також засобів захисту від вторинних виявлень лінійних атмосферних розрядів.

Пожежі можуть бути також зумовлені відсутністю або несвоєчасністю контролю: термінів проведення технічного огляду, поточних і профілактичних ремонтів технологічного устаткування, засобів автоматики, контрольно-вимірювальної апаратури та приладів безпеки; недостатній контроль за температурними режимами роботи технологічного устаткування, в якому використовується відкрите полум'я, а також устаткування, функціонування якого пов'язане з підвищенням температури робочого середовища; несвоєчасний або неякісний контроль за роботою електроустаткування та мереж; відсутність контролю забрудненості освітлювальних і опалювальних приладів, нагрітих поверхонь технологічного устаткування та комунікацій спалимим пилом.

На підприємствах машинобудівної галузі пожежі, в основному, виникають в результаті порушень пожежної безпеки при проектуванні та будівництві споруд, або пов'язані зі складністю виробничих установок, з наявністю великої кількості

легкозаймистих і спалимих речовин та матеріалів; з наявністю великої кількості

ємностей і апаратів з пожежонебезпечними продуктами, що знаходяться під тиском; з розгалуженою сіткою трубопроводів, з великою кількістю електроустановок.

8.4 Небезпека технологічних процесів

Будь-який технологічний процес при його системному аналізі розглядається як сукупність окремих елементів. Функції кожного з цих елементів характеризуються певним набором параметрів Y_i і відповідним набором вхідних чинників, серед яких можна виділити такі, що є контрольованими і нерегульованими U_k , і такі, що контролюються і регулюються людиною-оператором або автоматичним пристроєм X_j . Крім того, будь-який елемент технологічного процесу постійно перебуває під впливом неконтрольованих випадкових чинників Z_l .

Очевидно, що набір вихідних параметрів Y_i , які характеризують роботу заданого елемента, перебуває у функціональній залежності від усіх інших:

$$Y_i = F_i(X_i, Y_i, Z_i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (8.1)$$

Для ефективного та безпечного управління заданим елементом технологічного процесу необхідно встановити вигляд цієї функціональної залежності.

Проте зробити цього не можна, оскільки частина вхідних чинників, а саме Z_l , є неконтрольованими, та часто й невідомими для нас. Однак систему рівнянь (8.1) запишемо у вигляді:

$$Y_i = F_i(X_j, U_k) + \Psi_i(Z_i) \quad (8.2)$$

і встановимо вигляд функцій F_i та оцінимо шум Ψ_i . Якщо шумом, яким супроводжується робота будь-якого елемента технологічного процесу, знехтувати то його функціонування опишемо математичною моделлю:

$$Y_i = F_i(X_j; U_k) \quad (8.3)$$

Такі моделі широко використовуються для управління технологічними процесами, але з огляду на їхню безпеку слід пам'ятати, що вони не враховують вплив у випадкових чинників.

Тому перспективним є новий різнозначний підхід до управління технологічними процесами, який поєднує позитивні моменти як машиноцентричного, так і антропоцентричного підходів. В основу цього підходу покладено принцип взаємного страхування людини-оператора і автоматичних пристроїв. Його суть можна трактувати так: людина-оператор страхує автоматичні пристрої у випадках відмови техніки та непередбачених ситуацій шляхом пониження рівня автоматизації, а автоматика страхує людину-оператора у випадках виникнення в його діях суб'єктивних труднощів шляхом підвищення рівня автоматизації. Хоча цей принцип відкриває нові можливості у підвищенні безпеки технічних систем, але проблема розподілу функцій між людиною-оператором і автоматикою залишається відкритою, оскільки немає універсальних рішень на всі випадки. В кожному конкретному випадку їх треба вирішувати творчо з урахуванням особливостей технологічних процесів.

Повної гарантії безпечної реалізації технологічних процесів, звичайно, немає, проте її можна значно підвищити, якщо:

- вибирати технологічні процеси з найменшою кількістю елементів;
- використовувати математичні моделі елементів технологічних процесів (8.2) з найменшими функціями шумів $\Psi_i(Z_i)$;
- забезпечити функціонування всіх елементів технологічних процесів близько стаціонарної області, де значення коефіцієнтів a_i .

У будь-якому виробництві існує компроміс між рівнем його безпеки та рівнем його прибутковості. Можна досягнути значних прибутків, нехтуючи безпекою персоналу або населення загалом, а можна встановити такі вимоги безпеки, що виробництво стане збитковим і неможливим. Цей компроміс слід вирішувати на підставі таких положень:

- будь-яке виробництво повинно приносити більше користі (зрозуміло, для суспільства, а не для окремої особи), ніж завдавати шкоди довкіллю, населенню, персоналу;
- інтенсивності дії небезпечних та шкідливих чинників на будь-якому виробництві повинні бути нижчими, ніж гранично допустимі, а зони їхньої дії - найменшими;
- вплив небезпечних та шкідливих чинників на здоров'я людей, довкілля має бути настільки низьким, наскільки це можна досягнути з урахуванням соціально-економічних чинників.

Реалізація цих положень потребує виважених рішень як з боку державних органів, так і виробничих структур. Часто за браком твердої державної політики, безвідповідальності апарату управління та неналежної професійної підготовки спеціалістів вузько корпоративні інтереси завдають великої шкоди суспільству.

8.5 Виробниче середовище та умови праці

Сучасне матеріальне та інтелектуальне виробництво характеризується значною різноманітністю і виробниче середовище, в якому воно реалізується, має певні специфічні для кожного виробництва параметрами. З огляду на цю обставину в світі немає двох однакових виробничих середовищ, але є чинники, які визначають умови праці та її безпеку незалежно від конкретного виду діяльності. До таких узагальнених чинників відносять:

- мікроклімат закритих приміщень;
- чистоту повітря (забруднення повітря шкідливими речовинами, аерозолями та мікроорганізмами) закритих приміщень;
- освітлення закритих приміщень;
- шум у закритих приміщеннях;

– виробниче випромінювання (електромагнітні хвилі радіочастотного діапазону, ультрафіолетове, інфрачервоне, лазерне та рентгенівське випромінювання);

– пожежо і вибухонебезпечні чинники.

Сукупність чинників виробничого середовища та трудового процесу, які впливають на здоров'я та працездатність людини в процесі її професійної діяльності, визначають умови праці. Всі умови праці за гігієнічною класифікацією поділяють на 4 класи:

– оптимальні умови праці – це такі умови праці, за яких шкідливі та небезпечні чинники відсутні і створюються передумови не тільки для збереження здоров'я працівників, а й для підтримання їх високої працездатності;

– допустимі умови праці – це такі умови, за яких наявні шкідливі та небезпечні чинники, але їх рівні не перевищують встановлених гігієнічних нормативів (гранично допустимих рівнів, гранично допустимих концентрацій тощо) для робочих місць, а можливі відхилення функціонального стану організму від нормального зникають за час регламентованого відпочинку і не викликають несприятливого впливу на здоров'я працівників та їх потомство;

– шкідливі умови праці – це такі умови, за яких рівні шкідливих і небезпечних чинників перевищують встановлені гігієнічні нормативи (граничнодопустимі рівні, граничнодопустимі концентрації тощо) і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівників та їх потомства.

Залежно від перевищення гігієнічних нормативів та вираженості відхилень у стані організму працівників шкідливі умови своєю чергою поділяють на 4 ступені:

а) перший ступінь має такі перевищення рівнів небезпечних та шкідливих чинників гігієнічними нормативами, які викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань і найчастіше сприяють зростанню захворюваності з тимчасовою втратою працездатності;

б) другий ступінь характеризується такими перевищеннями рівнів небезпечних та шкідливих чинників над гігієнічними нормативами, які здатні викликати стійкі функціональні порушення та окремі ознаки професійної патології;

в) третій ступінь має такі перевищення рівнів небезпечних та шкідливих чинників над гігієнічними нормативами, які зумовлюють розвиток початкових стадій професійних захворювань;

г) четвертий ступінь характеризується такими перевищеннями рівнів небезпечних та шкідливих факторів над гігієнічними нормативами, які викликають розвиток яскраво виражених форм професійних захворювань;

– небезпечні (екстремальні) умови праці - це такі умови, за яких рівні шкідливих та небезпечних чинників є такими, що їхній вплив протягом робочої зміни (або ж її частини) створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, каліцтв, смерті. Утім, оптимальні умови праці - це той ідеал, до якого може тільки прагнути переважна більшість працівників, які звичайно, працюють у допустимих умовах праці. Сучасні досягнення науково-технічного прогресу ще не в змозі ліквідувати шкідливі умови праці, оскільки виробництво багатьох вкрай необхідних матеріалів здійснюється саме в таких умовах і частина працівників повинна в них працювати. Для захисту таких працівників використовують засоби колективного та індивідуального захисту. До колективного захисту відносять засоби:

- нормування параметрів повітря (температури, вологості, швидкості переміщення, чистоти);
- нормування освітлення (рівня та рівномірності освітлення);
- захисту від шуму;
- захисту від виробничих випромінювань;
- захисту від ураження електричним струмом та статичною електрикою;
- захисту від механічних чинників;

– захисту від хімічних, пожежо-вибухонебезпечних та біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту використовують тільки в тих випадках, коли безпечні умови праці не можуть бути забезпечені конструкцією обладнання, організацією технологічних процесів та засобами колективного захисту. Засоби індивідуального захисту поділяють на засоби постійного (без них не можна працювати на робочому місці) та аварійного (на випадок аварії) користування. До них відносять:

- ізолюючі костюми, які забезпечують повну ізоляцію тіла людини від агресивного середовища;
- спеціальний одяг, який захищає від вологи, кислот, нафтопродуктів, органічних розчинників, радіоактивного забруднення, дії інфрачервоного та рентгенівського випромінювання, а також може мати сигнальне та загальне призначення;
- спеціальне взуття, яке має волого захисне, кислотно лужно захисне, термо захисне, діелектричне, антистатичне та загальне призначення;
- засоби захисту органів дихання, які запобігають попаданню шкідливих речовин із повітря в організм людини;
- засоби захисту від механічних ушкоджень та ураження електричним струмом;
- засоби захисту рук від механічних пошкоджень, термічних та хімічних опіків;
- засоби захисту очей;
- засоби захисту органів слуху;
- окремі запобіжні пристрої.

Наявність колективних та індивідуальних засобів захисту сама по собі не забезпечує безпечних умов праці. Важливе також є підвищення відповідальності працівників за особисту безпеку, неухильне виконання ними вимог технологічного регламенту та усвідомлене використання всіх засобів захисту.

8.6 Небезпечні фактори виробничого середовища та заходи щодо їх усунення

На основі аналізу умов праці визначаються шкідливі ділянки виробництв та розробляються заходи для попередження нещасних випадків та обмеження важкості їх наслідків. Внаслідок зношування деталей, неправильного використання, конструктивних дефектів, несправностей або незадовільного технічного стану машини, створюються шкідливі та небезпечні для життя робітників умови праці, що можуть призвести до виробничої травми або професійного захворювання. Важливо, щоб обслуговуючий персонал поряд з вивченням конструкції машини добре знав правила техніки безпеки і засоби захисту від дії несприятливих виробничих факторів.

Проаналізувавши всі небезпечні фактори для життя людини і розробку заходів для боротьби з ними та їх попередження, в конструкції пристосувань є ряд механізмів, які можуть призвести до травматизму.

По-перше це електродвигуни, розміщені на машині, ряд транспортерів, зокрема ланцюговий та пластинчастий. Також можуть бути причиною нещасного випадку пасові та ланцюгові передачі. Електродвигуни можуть стати причиною ураження електричним струмом. Транспортери можуть затягнути одяг робітника і тим самим призвести до травмування кінцівок.

Негативним фактором мікроклімату на робочому місці є шуми, вібрація, пил. Джерелами шуму та вібрації на пункті сушіння є працюючі машини, що приводяться від електродвигунів. Шум та вібрація як окремо так і разом негативно впливають на організм людини. Рівень шкідливої дії залежить від частоти, рівня, тривалості та регулярності їх дії. Особливе значення мають також індивідуальні властивості людини. Шум, діючи на центральну нервову систему, органи слуху та інші життєво важливі органи, викликає дратівливість, призводить до передчасної втоми, послаблення уваги, погіршується пам'ять і ін. З цих причин знижується продуктивність праці. Шкідлива дія вібрації виражається у виді підвищеної втоми, головного болю, появи блювання,

відчуття тряски внутрішніх органів, їх розривах, болі в суглобах, зміни в роботі серцевої та серцево-судинної системи.

Вібрація може призвести до віброхвороби, серцевих захворювань та захворювань центральної нервової системи.

Пил потрапляє як у верхні так і у нижні ділянки органів дихання, викликаючи кашель, задуху.

З часом це може призвести до захворювань дихальної системи.

Для того, щоб уникнути ураження електричним струмом всі двигуни заземлюються згідно монтажною схемою.

Для запобігання виникненню нещасних випадків розробляють ряд спеціальних технічних і організаційних заходів.

Для того, щоб не було нещасного випадку пов'язаного із затягуванням одягу в обертові вузли, робітник повинен працювати тільки в застігнутому одязі. Рекомендується працювати в комбінезонах. Там, де це можливо, обертові вузли закривають захисними кожухами.

Для зменшення шуму необхідно раціонально розміщувати технологічне обладнання, машини та механізми, утворювати шумозахисні зони в місцях знаходження людей. В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовують засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання. Застосовують також засоби демпферування. Інколи застосовують засоби індивідуального захисту від шуму – протишумові вкладиші або навушники.

Для того, щоб зменшити забруднення людських органів пилом, застосовують вентиляційну та витяжні системи. У разі необхідності робітника оснащують респіратором та полезахисними окулярами. Для усунення нещасних випадків потрібно дотримуватись вимог правил безпеки:

- всі пасові, ланцюгові передачі, а також деталі, що обертаються повинні бути надійно закриті металевими кожухами жовтого кольору;
- технічне обслуговування, ремонт та регулювання проводити при вимкненому обладнанні і відключеному живленні електродвигунів;
- корпуси розмотувача та електродвигунів повинні бути надійно заземлені;

— до обслуговування приладів слід допускати осіб компетентних в даному виді обслуговування, що пройшли медичний огляд, інструктаж з техніки безпеки та навчались за програмою оператора розмотувача;

— кабелі та проводи електрообладнання розмотувача повинні бути прокладені в середині трубок з ізоляційного матеріалу не менше ніж на відстані 0,5 м від деталей, що нагріваються в процесі роботи машини.

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Сучасний екологічний стан України

Природне середовище й надалі зазнає великого антропогенного навантаження, незважаючи на те, що забруднення атмосферного повітря і загальна мінералізація атмосферних опадів в цілому по Україні порівняно з попередніми роками дещо зменшились.

Україна має найвищі в Європі показники розораності сільськогосподарських угідь, використання ресурсів прісних поверхневих вод і вирубок лісових масивів. Загрозливих масштабів набули забруднення та деградація навколишнього природного середовища, особливо водойм і ґрунтів, атмосферного повітря у великих і середніх містах та промислових центрах. Частка екологічно чистих територій нині становить всього 7% загальної земельної площі України. Малозабруднені території охоплюють 15 % її площі,

1,7 % є зонами екологічного лиха. Це насамперед зона відчуження, що утворилась після аварії на ЧАЕС та райони, прилеглі до неї, а також окремі місцевості в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській, Львівській і деяких інших областях. До речі, регіони з кризовою екологічною ситуацією мають і найвищу щільність населення.

Залишається високим забруднення поверхневих вод суші сполуками важких металів та азоту. Збільшення питомої ваги цих забруднюючих речовин останнім часом зафіксовано в річках басейнів Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Донця, Тиси. Води Чорного й Азовського морів і надалі забруднюються викидами різних шкідливих речовин із суден, каналізаційних мереж міст і підприємств, де відсутні ефективні очисні споруди.

Останніми роками спостерігалось деяке зменшення обсягу шкідливих викидів в атмосферу. Так, за період з 1995 до 1999 року викидів речовин забрудників у повітря зменшилося на 28%. Найбільше скорочення цих викидів відбулося у Вінницькій, Миколаївській, Івано-Франківській, Полтавській, Черкаській і Чернігівській областях. Найзабрудненіше атмосферне повітря: в

Донецьку, Одесі, Дніпропетровську, Горлівці, Дзержинську, Маріуполі, Макіївці, Харкові, Запоріжжі, Луганську, Єнакієвому, Слов'янську.

Порівняно з минулими роками, підвищується рівень забрудненості ґрунтів. Як правило, забруднюючі речовини, що містяться у викидах в атмосферне повітря, осідають на ґрунтах у радіусі до 5 км і від джерел забруднення. У великих містах основним джерелом забруднення ґрунтів є підприємства чорної та кольорової металургії, легкої промисловості, ТЕЦ.

Як і в попередні роки, водні об'єкти України забруднені переважно сполуками азоту, нафтопродуктами, важкими металами. Серед них у більшості у задовільному стані є річки Закарпаття та Криму. Всі інші басейни річок можна віднести до забруднених чи дуже забруднених. З 50 водних об'єктів України, де проводилися дослідження, не виявлено жодного, який відповідав би вимогам фоновому стану чи характеризувався як чистий. 29 водних об'єктів екосистеми перебувають у стані антропогенного екологічного забруднення.

Узагальнення лише наведених даних дає підстави зробити висновок про наявність складності екологічної обстановки. Значною мірою вона спричинюється масштабною екологічною злочинністю в Україні.

9.2 Забруднення довкілля, що виникає внаслідок ремонту ДВЗ

Сучасне автомобілебудування розвивається на базі великих виробничих об'єднань, що включають заготівельні, ковальсько-пресові, цехи термічної і механічної обробки, ливарне виробництво. В процесі виробництва машин і обладнання широко використовують зварні роботи, механічну обробку металів, переробку неметалічних матеріалів, лакофарбові операції і ін.

Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилюки, стружки, туманів масел та емульсій, які через вентиляційну систему викидаються з приміщень.

Пил, що утворюється в процесі абразивної обробки, складається на 30-40% з матеріалу абразивного круга, на 60-70% з матеріалу оброблюваного виробу. Кількість пилу, що виділяється, залежить від розмірів і твердості

оброблюваного матеріалу, діаметру і колової швидкості круга, а також способу подачі виробу.

Основними забруднювачами стічних вод машинобудівного підприємства являються тверді частини (пісок, камінь, стружка, пил) і нафтопродукти (масло, бензин, керосин), що використовуються в двигунах транспортних засобів, а також органічні і мінеральні добрива, що використовують в заводських скверах і квітниках. Кожне підприємство відповідає за забруднення водойм, тому необхідно знати об'єм стічних вод даного типу.

Виробничі стічні води утворюються в результаті використання води в технологічних процесах. Їх кількість, склад і концентрацію домішок визначають типом виробництва, його потужністю, видами використовуваних технологічних процесів.

В механічних цехах вода використовується для приготування змащувально-охолоджувальних рідин і обробки приміщення. Основними домішками стічних вод є пил, механічні і абразивні частинки, сода, масло, розчинники, мило.

Тверді відходи машинобудівного виробництва містять амортизаційний брукт (модернізація обладнання, оснастки, інструменту), стружку, осадку і пил (відходи систем очищення повітря). Кількість амортизаційного брукту залежить від наміченого списання в брукт знищеного обладнання і майна, а також від заміни окремих деталей при планово-попереджувальному ремонті. На машинобудівних підприємствах 55% амортизаційного брукту утворюється від заміни технологічної оснастки і інструменту. Неповоротні втрати металу внаслідок зношування чи корозії складають 25% від загальної кількості амортизаційного брукту.

Розміри відходів металу у виробництві залежать від кількості металу і сплавів, що підлягають переробці і встановленого коефіцієнту відходів. На підприємствах машинобудування відходи складають 260 кг на одну тону металу, деколи вони складають 50% маси оброблюваних заготовок.

9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля

Для очищення повітря використовують пилевловлююче обладнання, основане на принципових особливостях процесу відділення твердих частинок від газової фази пилу сухим способом, до якого відносяться циклони, пилеосадні камери, жалюзивні і ротаційні пилевловлювачі, електрофільтри, фільтри і для вловлювання пилу мокрим способом.

Для очищення повітря, що видаляється вентиляційними системами від твердих і рідких домішок, в проектованому цеху доцільно застосовувати сухі пилевловлювачі.

Для сухої очистки повітря широкого застосування отримали циклони різних типів. В проектованому цеху пропонується використовувати циліндричний циклон ЦН-24 (рис.9.1). Газовий потік вводиться в циклон через патрубок 2 по дотичній до внутрішньої поверхні корпуса 1 і здійснює обертово-поступальний рух вздовж корпуса до бункера 4. Під дією відцентрової сили, частинки пилу утворюють на стінці циклону пиловий шар, який разом з частиною газу попадає в бункер. Відділенню частинок пилу від газу, який попав в циліндр відбувається при повороті газового потоку в циліндрі на 180° . Звільнившись від пилу, газовий потік виходить з циліндра, даючи початок струменю газу, що покидає циклон через вихідну трубу 3. Для нормальної роботи циклона потрібно, щоб бункер був герметичний. Якщо бункер негерметичний, то через підсос зовнішнього повітря відбувається винесення пилу з потоком через трубу.

При виборі способів і технологічного обладнання для очистки стічних вод від домішок необхідно врахувати, що задані ефективність і надійність роботи будь-якого очисного пристрою забезпечується в певному діапазоні значень концентрації домішок і розходів стічних вод.

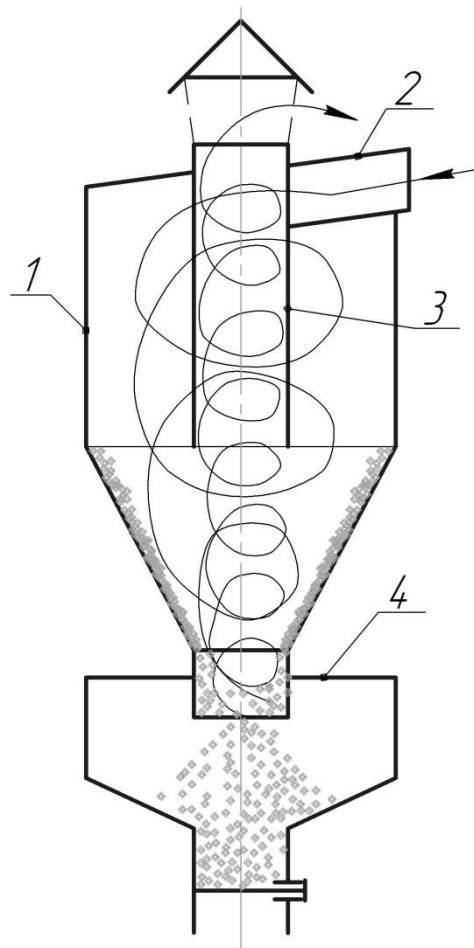


Рисунок 9.1 – Схема дії циклону

Існує велика кількість способів очищення стічних вод. Вибір необхідних способів при проектуванні станції очистки, як правило ґрунтується на виді і концентрації переважаючих домішок стічних вод, а саме механічних, розчинних і органічних.

Очистка стічних вод від твердих частинок в машинобудівних підприємствах здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок внаслідок дії відцентрових сил і фільтрування.

Проціджування – первинна стадія очистки стічних вод. Призначена для видалення із стічних вод крупних нерозчинних домішок розміром до 25 мм, а також більш мілких волокнистих забруднень, які в процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного обладнання.

Проціджування

стічних вод відбувається пропусканням води через решітки і волокновловлювачі.

Відстоювання базується на особливості процесу осадження твердих частинок в рідині. При цьому може відбуватися вільне осадження незлипаючихся частинок, зберігаючих свої форми і розміри, і осадження частинок, схильних до коагуляції, змінюючих при цьому свою форму і розміри.

Відділення твердих домішок в полі дії від центрових сил відбувається в відкритих чи напірних гідроциклонах і центрифугах.

Фільтрування стічних вод призначено для очищення їх від тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією.

Очистка стічних вод від маслопродуктів на машинобудівних заводах також здійснюється відстоюванням, обробкою в гідроциклонах і фільтруванням.

Суть методів очистки від маслопродуктів подібна до аналогічних методів очистки від твердих домішок.

Керуючись економічними міркуваннями, для очистки стічних вод в проектуваному виробництві доцільно використовувати відстойники та фільтри.

Утилізація окремих складових ТПВ. Умовно основні методи знешкодження і переробки ТПВ можна розділити на три групи: утилізаційні, ліквідаційні і змішані. По технологічному принципі розрізняють біологічні, термічні, хімічні, механічні і змішані методи. Найбільше поширення в Україні одержали наступні технології знешкодження і переробки ТПВ: складування на полігонах або смітниках (ліквідаційний механічний), спалювання (ліквідаційний термічний), компостування (утилізаційний біологічний). Зазначені технології можна застосовувати в комплексі з різними способами видалення утильних фракцій із ТПВ.

Утилізація окремих складових ТПВ проводиться шляхом роздільного збору утильних компонентів ТПВ або механізованими способами з загальної маси.

Для механізованого витягу окремих складових ТПВ використовують магнітну, пневматичну, електричну і гідро-сепарацію. Як допоміжні операції

застосовують дроблення і просівання відходів. В основному застосовуються сухі способи сепарації – пневматичний і магнітний. Вилучення чорного металобрухту здійснюється магнітною сепарацією. Існують підвісні і барабанні магнітні сепаратори. При взаємодії магнітного поля з ТПВ, наприклад, при їхньому русі по транспортерній стрічці, чорний метал витягається і потім знімається з магнітів.

Для видалення з ТПВ кольорового металобрухту (приблизно 90% алюмінію, решта – бронза, латунь) перспективний метод електродинамічної сепарації, заснований на використанні силової взаємодії магнітного поля і вихрових струмів, що виникають в електропровідній речовині. У результаті в кольорових металах виникає електрорушійна сила, що переміщає їх в заданому напрямку. Вилучення із ТПВ кольорових металів досягає 80%.

З економічної точки зору, для утилізації твердих промислових відходів у проектованому виробництві, найбільш доцільно було б використати технологію спалювання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі магістра проектувалося авторемонтне підприємство з технічним розробленням дільниці розбирання ДВЗ при річній програмі 740 автомобілів ГАЗель.

У процесі розрахунку обчислювалася програма, потреба в пристосібленні, виробничі площі і розроблене технічне планування.

Здійснено загальний розрахунок головного корпусу авторемонтного підприємства, розраховано як трудомісткість робіт, к-сть працюючих на заводі, так і виробничі та допоміжні площі головного корпусу описано технологічний процес капітального ремонту на підприємстві. Здійснено розрахунок генерального плану АРП, що включає в себе основні і допоміжні будівлі.

Здійснено в роботі також розробку та розрахунок дільницю розбирання силових агрегатів, підібрано основне і допоміжне обладнання. Описано технологічний процес мийно-розбірних робіт.

Розроблений план операцій технологічного процесу виготовлення колеса зубчастого, граничних розмірів та режимів різання, ґрунтовно підібрано обладнання, інструменти та пристрої для його виготовлення. За проведеними розрахунками складена маршрутно-операційна карта процесу виготовлення зубчастого колеса.

В економічній частині розраховано техніко-економічні показники стенда для розбирання ДВЗ і визначено термін окупності капітальних вкладень, що становить приблизно 4-ри місяці.

Також в роботі було здійснено огляд устаткування для регенерації відпрацьованих масел.

Розділ з охорони праці включає в себе розрахунок необхідної вентиляції та заземлення, а також наведено основні заходи індивідуального захисту робітників, що працюють на даній дільниці.

Також проект містить розділи з цивільної оборони та екології, проведений аналіз негативних впливів авторемонтного підприємства на навколишнє середовище.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. Методичні вказівки до курсового проектування з предмету „Основи технології ремонту автомобілів”, Тернопіль, ТНТУ, 2003 р.
2. Румянцев С.И. и др. Ремонт автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов.- М.:Транспорт,1988.- 327с.,ил.
3. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн.3. Ремонт автотранспортних засобів: Підручник. – К.: Вища школа,1994.- 599 с.: іл..
4. Румянцев С.И. и др. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.- М.: Машиностроение,1989.- 272 с.: ил.
5. Михайловский Е.В. и др. Устройство автомобиля.- М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.: ил.
6. Режимы резания металлов / Справочник под ред. Барановского Ю.В.- М.:Машиностроение,1972. – 408 с.
7. Нормативы времени на разборочные, сборочные и ремонтные работы/ Под ред.Пустовалова И.И.- М.:ГОСНИТИ,1988.
8. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Державний нормативний акт про охорону праці. Київ, ”Основа”, 1997 р.
9. А.К. Горошкин. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник.- М. Машиностроение, 1979 г.
10. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник.- Л.: Машиностроение,1987.-447с.,ил.
11. <http://www.ngpedia.ru/id483598p1.html>
12. А.В. Почтарева и др. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживания рабочего места, 1974. – 136с.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
14. Унянин А.Н. Курсовое проектирование по технологии производства и ремонта автомобилей. 2004. – 72с.

15. Нормативно-производственное издание: «Общемашиностроительные нормы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках» Зав. Редакцией С.А.Юровский, редактор С.В. Муравьев. 1988. – 368с.

16. М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. Охорона праці: «Лабораторний практикум.». 1998. – 224с.