

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

***Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення  
блока циліндрів компресора 5320-3509028  
двигуна автомобіля КамАЗ-740  
з дослідженням динамічних характеристик***

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

**«Автомобільний транспорт»**

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Погорілець В.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) Левкович М.Г.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) Пиндус Ю.І.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) Ляшук О.Л.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) Радик Д.Л.  
(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри  
Ляшук О.Л.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
 « » 2020 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)  
 за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)  
 студенту Погорілець Василь Михайлович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення  
 блока циліндрів компресора 5320-3509028 двигуна автомобіля  
 КамАЗ-740 з дослідженням динамічних характеристик

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н, доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2020 року № 4/7-690.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 грудня 2020

3. Вихідні дані до роботи Марка автомобіля КамАЗ-740, базовий технологічний  
 процес відновлення блока циліндрів компресора 5320-3509028 двигуна автомобіля

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ.  
 Науково-дослідний розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Аналіз технологій (1 А1). Ремонтне креслення (2 А1) Карти ескізів (2 А1).  
 Приспосіблення для кріплення і базування деталі (1 А1)  
 План ділянки ремонтного цеху (1 А1) Науково дослідна частина (1 А1)  
 Охорона праці (1 А1)

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорони праці</i>	<i>доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладач Клепчик В.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 01.10.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термв виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	12.10.2020	
2	<i>Технологічний розділ</i>	26.10.2020	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	03.11.2020	
4	<i>Науково-дослідний розділ</i>	16.11.2020	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	27.11.2020	
6	<i>Оформлення графічної частини</i>	04.12.2020	
7	<i>Захист дипломної роботи</i>	22.12.2020	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Погорілець В.М*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Левкович М.Г.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження являється процес відновлення блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740.

Ціллю роботи – покращення технологічного процесу відновлення блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740 в умовах авторемонтного виробництва.

Розглянуті умови роботи блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740. Установлені причини появи несправностей дефектів, що показують термін експлуатації блоку циліндрів компресора. Розроблений удосконалений технологічний процес відновлення блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740 в умовах авторемонтного виробництва.

Розроблені конструкції пристосувань, використовуваних для закріплення блоку циліндрів компресора при механічній обробці.

Розрахована кількість обладнання та пристосування й число виробничих працівників, які задіяні у виконанні технологічного процесу відновлення блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740.

У розділі по охороні праці проведені розрахунки грозозахисту будинку й діаметра круглого дефлектора та заходи у надзвичайних ситуаціях.

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	8
1.1 Аналіз точності базування заготовок корпусних деталей при механічній обробці .....	8
1.2 Види поверхневої лазерної обробки .....	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	18
2.1 Призначення, конструктивні особливості й умови роботи деталі у вузлів .....	18
2.2 Технічні умови на контроль-сорткування блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740 .....	19
2.3 Розробка технологічного маршруту й оснащення операцій відновлення	20
2.4. Розрахунки операцій технологічного процесу відновлення шестірні ...	22
2.5 Проектування ділянки ремонтного цеху .....	44
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ .....	47
3.1 Використання приспособлень в умовах АТП .....	47
3.2 Аналіз конструкції пристосування для базування шестірні і його роботи .....	48
3.3 Силові розрахунки пристосування .....	49
3.4 Визначення основних характеристик силового механізму пристосування .....	52
3.5 Конструювання й розрахунки привода .....	53
4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ .....	56
4.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій .....	56
4.2 Вплив аеродинаміки на тягову динамічність автомобіля .....	58

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	64
5.1 Основні положення про охорону праці .....	64
5.2 Промислова санітарія .....	64
5.3 Техніка безпеки .....	66
5.4 Пожежна безпека .....	67
5.5 Охорона навколишнього середовища .....	68
5.6 Розрахунки освітленості робочого місця .....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	74
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

В умовах кожногоденного використання автомобілів його елементи конструкції під дією зовнішніх сил та під дією механічних процесів піддаються зношуванню. І щоб автомобілі залишалися працездатними і у робочому стані потрібно проведення заходів, у які входить роботи щоденнього, технічного обслуговувань, а також процесів відновлення та ремонтів.

У цей час відомі різноманітні ефективні способи підвищення довговічності деталей автомобілів. Так, застосування термічної й хіміко-термічної обробок, легування сталей, застосування зносостійких наплавлень і метало-ізоляційних покриттів, що дозволяють підвищити зносостійкість і довговічність деталей у кілька раз. Досить перспективним напрямком в області підвищення довговічності деталей автомобіля є застосування нових матеріалів і покриттів [2, 3].

У даній роботі розглядатиметься удосконалення процесу ремонту відпрацьованих деталей автотранспортних засобів, а саме блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740.

## 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз точності базування заготовок

Незважаючи на різноманітність конструктивних форм і розмірів корпусних деталей, структура побудови технологічного процесу має загальну закономірність. Ця закономірність ставиться до спеціальності підходу при виборі технологічних баз, до визначення послідовності обробки й вибору встаткування. Для різних по конструкції й розмірам корпусних деталей технологічний процес обробки механічним способом включає наступні етапи роботи [4, 5]:

- первісна й чистова обробка плоскісних поверхонь або площин та отворів (два), які далі використовуються як технологічні бази;
- обробка інших плоских поверхонь щодо утвореної технологічної бази;
- первісна й чистова обробка головних отворів;
- обробка малих отворів і різьбових поверхонь;
- оздоблювальна обробка плоских поверхонь та основних отворів деталі;
- контроль точності відповідно технічних умов креслень.

Основні варіанти виставлення по базах заготовок деталей типу “корпус” на обладнанні при механічній обробці плоских поверхонь і головних отворів у напрямку осі координат  $OX$ , розташованої в площині, паралельної підставі, показано на рисунку 1.1 [4].

У першому варіанті (рис. 1.1, *a*) у якості чорнової бази прийнята вісь 2 зовнішньої поверхні бобишоки радіусом  $LR_1$ , що фіксується, наприклад, призматичним затискним пристроєм, що підводиться зверху. При цьому вісь отвору 1 у виливку може бути зміщена на величину  $E_0$ , тобто величину зсуву, що допускається, стрижня щодо зовнішніх поверхонь при виливку. Із цієї бази обробляють чистову базу у вигляді двох отворів, що сполучаються із двома пальцями, що базують (циліндричним і ромбічним) установочно-затискного



пристосування. Результируючий зсув  $ES$  осі 3 отвору, що розточується, заготовки визначається розмірним ланцюгом

$$ES = L2 - L3 \pm (E0 - E1), \quad (1.1)$$

де  $ES$  – результируючий зсув отвору, що розточується, щодо отвору заготовки;

$L2$  – технологічний розмір, що визначає положення осі 4, що розгортається отвору, що базує, заготовки щодо елементів, що базують, пристосування (осі призми) на свердлильній операції;

$L3$  – технологічний розмір, що визначає положення осі отвору, що розточується, щодо осі пальця, що базує, пристосування на розточувальній операції;

$E0$  – припустимий взаємний радіальний зсув осей отвору й зовнішньої поверхні бобишки у вихідній заготовці;

$E1$  – максимальний зсув осі 4 отвору, що базує, заготовки щодо осі 5 пальця, що базує, розточувального пристосування, рівне половині діаметрального зазору в цьому сполученні.

Зсуву осей є ланками з нульовим значенням нохвального розміру. Допуск такої ланки в проекції на площину підстави має симетричні значення граничних відхилень  $\pm Ei$ , і рівний подвоєному граничному значенню зсуву  $2.Ei$ , тобто верхнє відхилення  $VO = +Ei$ , а нижнє  $HO = - Ei$ . При розв'язку лінійних технологічних розмірних ланцюгів для визначення максимального значення замикаючої ланки необхідно просумувати складові ланки, що збільшують, з верхніми відхиленнями, а, що зменшують – з нижніми. Але ланки з нульовим нохвальним розміром створюють невизначеність. Тому в розглянутому рівнянні перед дужками коштує знак  $\pm$ . Для розв'язку розмірних ланцюгів з такими ланками їм умовно задають певний напрямок і відповідно до нього відносять те або іншу складову ланку (зсув осей) до, що збільшують або зменшують.

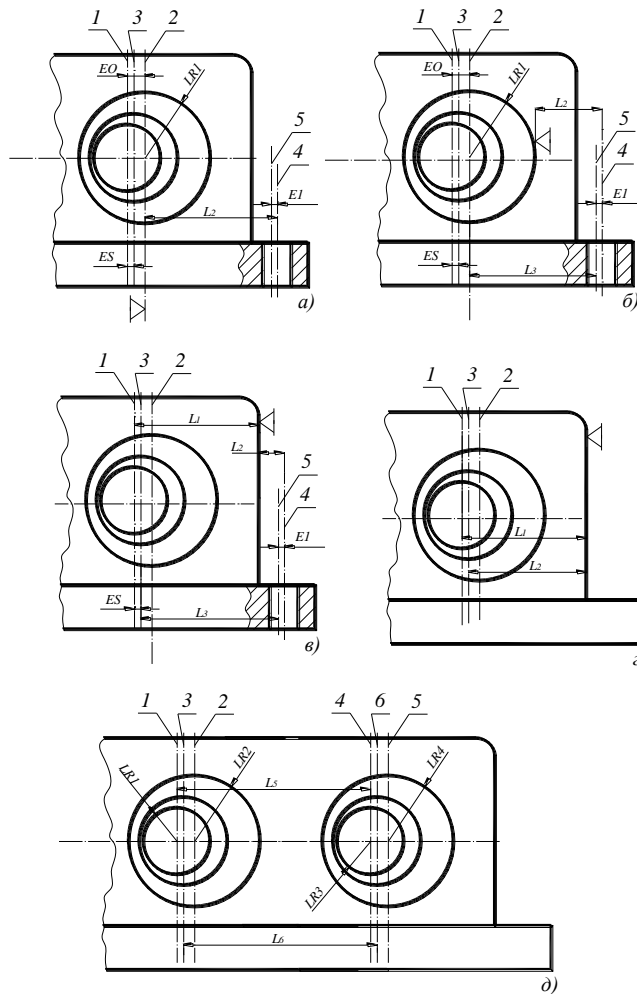


Рисунок 1.1 – Основні варіанти базування корпусних деталей на верстатах при механічній обробці в напрямку осі координат  $OX$

На рис. 1.1, б при свердлінні й розгортанні в якості чорнової бази прийнята зовнішня циліндрична поверхня бобишки. У цьому випадку рівняння для визначення зсуву осі, що розточується отвору щодо осі отвору у вихідній заготовці має вигляд

$$ES = LR1 + L2 - L3 + E0 - E1, \quad (1.2)$$

де  $LR1$  – радіус зовнішньої поверхні бобишки;

$L2$  – розмір від зовнішньої поверхні бобишки до осі 4 отвору, що базує;

$L3$  – технологічний розмір, що визначає положення осі отвору, що розточується, щодо осі пальця, що базує, пристосування на розточувальній операції.

Використання бічної поверхні корпусу як чорнової бази ілюструє рис. 1.1, в, де від бічної поверхні заданий розмір  $L2$  до осі 4 отвору, що базує, заготовки. Зсув осі 3 отвору, що розточується, щодо осі основного отвору вихідної заготовки виражається залежністю

$$ES = L1 + L2 - L3 - E1, \quad (1.3)$$

де  $L1$  – розмір вихідної заготовки від осі відлитого отвору до, що базує поверхні заготовки (чорнової бази);

$L2$  – технологічний розмір від поверхні, що базує, до осі базового отвору, що розгортається (чистої бази);

$L3$  – технологічний розмір від осі настановного пальця до осі отвору, що розточується, заготовки;

$E1$  – максимальний радіальний зазор між отвором, що базує, заготовки й настановним пальцем пристосування.

На рис. 1.1, з наведена схема розточування основного отвору із чорнової бази за одну установку, у якості якої обрана бічна поверхня корпусу. У цьому випадку величина зсуву осі, що розточується отвору  $ES$  щодо осі відлитого отвору заготовки виражається рівнянням

$$ES = L1 - L2, \quad (1.4)$$

де  $L1$  – розмір вихідної заготовки від осі відлитого отвору до бічної поверхні заготовки корпусу (бази);

$L2$  – технологічний розмір, що витримується, від поверхні, що базує, до осі отвору, що розточується.

На рис. 1.1, д показаний корпус із отворами  $LR1$  і  $LR3$  на відстані  $L5$  (розмір заготовки). Число варіантів базування й способів забезпечення заданої міжосьової відстані  $L6$  суттєво зростає. Завдання такого розмірного аналізу вирішують послідовно, використовуючи описані вище принципи. У напрямку  $OZ$  у якості чистої бази звичайно використовують площину підстави, яку

обробляють на одній з перших операцій. На рисунку 1.2, а ця площина обробляється від осі 2 зовнішньої поверхні бобишки для отвору [4, 5].

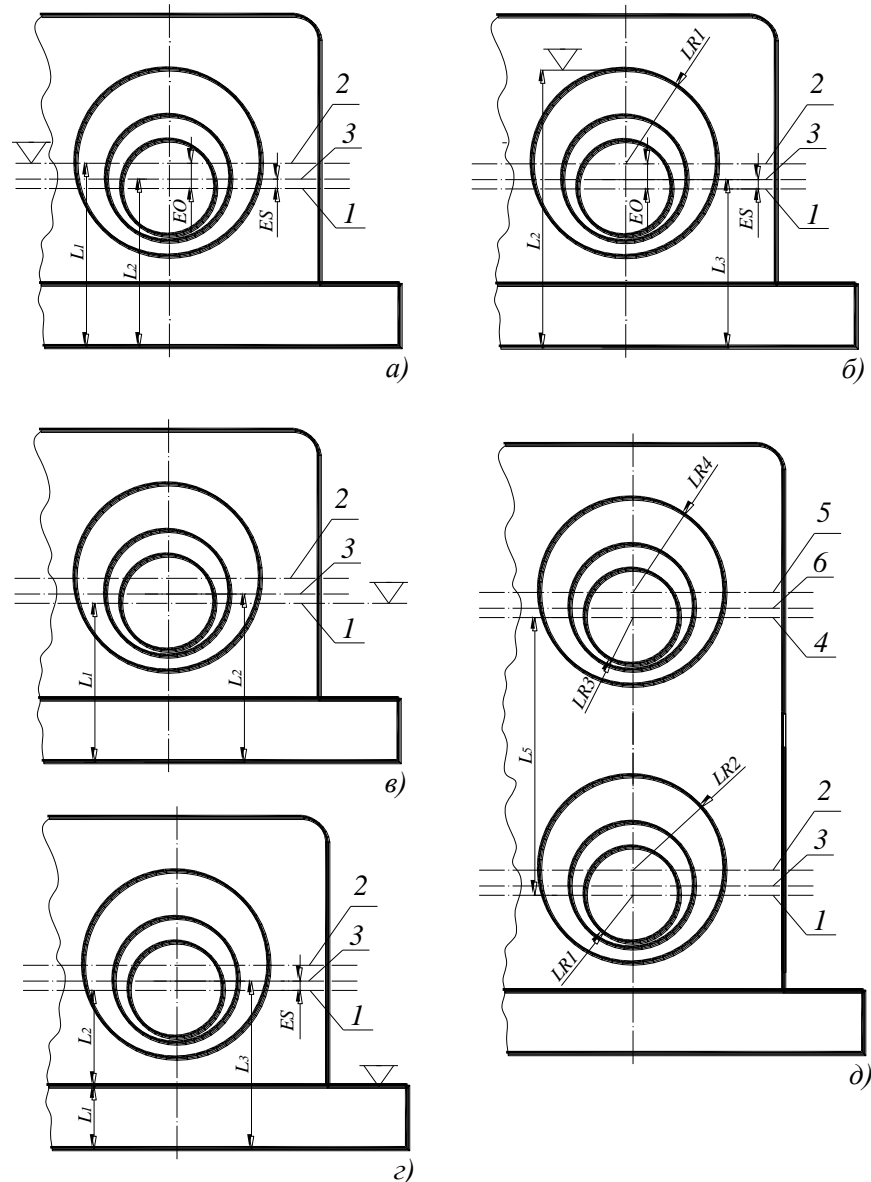


Рисунок 1.2 – Основні варіанти базування корпусних деталей на верстатах при механічній обробці в напрямку осі координат  $OZ$

Для базування (чорнова база) використовують, наприклад, самоцентрувальні пристосування з призмами, витримуючи при обробці площини розмір  $L1$ . При розточуванні ж основного отвору витримується розмір  $L2$  від площини підстави до осі 3 отвору, що розточується. У цьому випадку рівняння зсуву осі, що розточується отвору має вигляд

$$ES = L1 - L2 - E0, \quad (1.5)$$

де  $L1$  – розмір від осі зовнішньої поверхні бобишки до фрезеруємої площини;

$L2$  – розмір від площини підстави до осі 3 отвору, що розточується;

$E0$  – зсув, що допускається, осі відлитого отвору щодо зовнішнього діаметра бобишки.

Якщо при обробці площини підстави як чорнової бази використовувати зовнішню поверхню бобишки, а не її вісь (рис. 1.2, б), то рівняння зсуву осі 3, що розточується отвору має вигляд

$$ES = LR1 + L3 - L2 + E0, \quad (1.6)$$

де  $L2$  – технологічний розмір від чорнової бази до основи площини, що фрезерується;

$L3$  – що витримується при розточуванні розмір від осі 3 до основи площини;

$LR1$  – радіус, що відливається бобишки.

Якщо в якості чорнової бази (рис. 1.2, в) використовують вісь відлитого отвору ( по розмітці або за допомогою конічних пальців), то рівняння зсуву осі 3, що розточується отвору має вигляд

$$ES = L2 - L1, \quad (1.7)$$

де  $L2$  – розмір від осі 1 відлитого отвору до основи площини що фрезерується;

$L1$  – розмір від площини підстави до осі 3 отвору, що розточується.

Іноді в якості чорнової бази використовують верхню площину підстави, тоді рівняння зсуву осі 3, що розточується отвору щодо осі заготовки має вигляд

$$ES = L3 - L1 - L2, \quad (1.8)$$

де  $L1$  – товщина оброблюваної площини підстави;

$L2$  – розмір заготовки від бази до осі отвору заготовки;

LR1 – розмір від площини підстави ( чистової бази) до осі отвору, що розточується.

Вказівки по розмірному аналізі міжосьових відстаней для системи отворів наведені вище (пояснення до рис. 1.1, д).

## **1.2 Основи розробки й аналіз теоретичної схеми базування корпусної деталі**

Основами методики розробки теоретичної схеми базування є наступні положення [6, 7]:

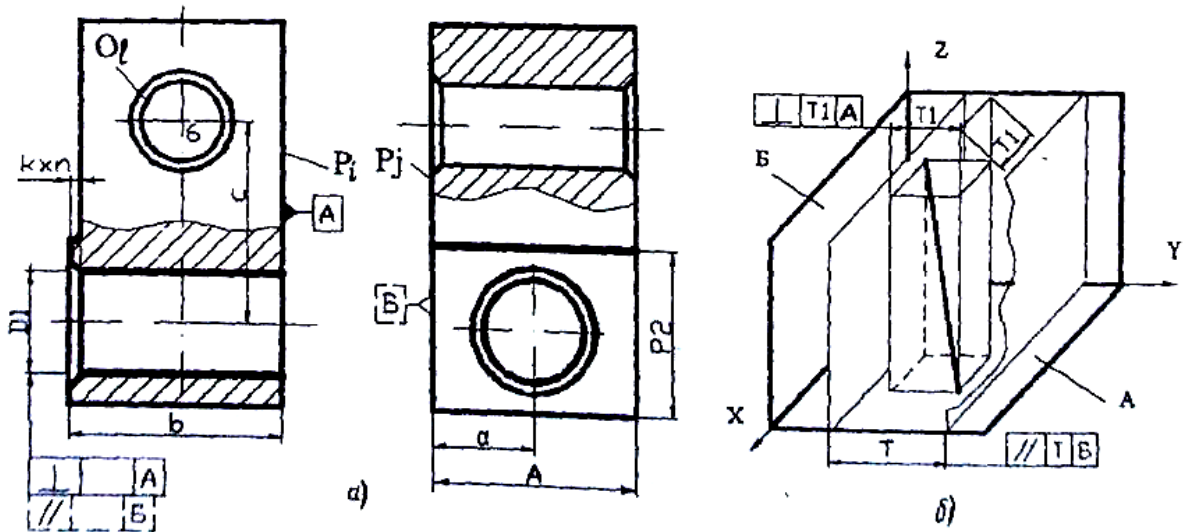
– орієнтація головних поверхонь функціонального модуля щодо комплекту технологічних баз задається необхідним і достатнім набором показників, тобто розмірів і відносних поворотів (задані допуски відносних поворотів не повинні дублювати один одного). При завданні допусків відносного розташування повинні виконуватися умови ненадмірності інформації, тобто поля допусків не повинні дублювати один одного. Так, наприклад, допуск паралельності осі, зазначений на рисунку 1.3 штриховою лінією, некоректний і надлишковий. Досить задати лише допуск перпендикулярності до осі або допуски паралельності осі щодо двох площин. Задавши допуск перпендикулярності щодо бази А, ми однозначно задаємо допуск відносного повороту. Поле допуску паралельності щодо бази Б може лише дублювати поле допуску перпендикулярності в одному координатному напрямку;

– при проектуванні схеми базування необхідно забезпечити в першу чергу точність відносних поворотів, а потім тільки лінійних розмірів;

– точність відносних поворотів забезпечують: настановна, напрямна, подвійна напрямна бази й комбінація подвійна опорної й опорної баз;

– вид компонента проектних операційних технологічних баз призначається залежно від необхідної точності відстаней і відносних поворотів головної осі або площини оброблюваного функціонального модуля (ФМ). Чим

вище точність, тим більше зв'язків повинна накладати операційна технологічна база.



а) і схема розподілу полів допусків перпендикулярності й паралельності щодо баз А і Б (б)

Рисунок 1.3 – Некоректне завдання допуску паралельності осі

Сукупність комплектів технологічних баз корпусних деталей машин, щодо яких можливі різні варіанти кутової й розмірної орієнтації оброблюваних поверхонь, що впливає: три взаємно перпендикулярні площини; площина й дві осі, одна з яких перпендикулярна площини, а друга - паралельна; площина й дві осі, перпендикулярні до даної площини; дві площини й вісь, перпендикулярна до однієї із площин (табл. 1.1. додатки).

Вид компонента комплекту можна призначити, визначивши однозначність орієнтації осі або площини ФМ щодо комплекту (табл. 1.2. додатки). У цьому випадку просто скласти формальні правила визначення виду компонента.

Так, наприклад, алгоритм 021 говорить: якщо існує комплект технологічних баз, що полягає із двох взаємно перпендикулярних площин  $P_i \perp P_j$  і осі  $(O_1 \perp P_j) \wedge (O_1 \parallel P_i)$  перпендикулярної однієї з них (паралельної іншій), і заданий допуск перпендикулярності осі  $O_{21}$  щодо площини  $P_i$ , а допуск лінійного розміру щодо площини  $P_j$  менше допуску лінійного розміру відносно

$O_1$ , то площина  $P_i$  призначається настановною базою, площина  $P_j$  – направляюча вісь  $O_1$  - опорної.

Якщо допуск лінійного розміру відносно  $P_j$  більше допуску лінійного розміру відносно  $O_1$ , то площина  $P_i$  призначається настановною базою, вісь  $O_1$  - напрямної, площина  $P_j$  - опорної. В окремому випадку, якщо площина  $P_i$  збігається з віссю  $O_1$ , то вісь  $O_1$  призначається подвійною напрямною базою, площини  $P_i$  і  $P_j$  призначаються опорними базами (рис. 1.4).

Базові поверхні й чисельні значення допусків у випадку неявного завдання допуску відносного розташування визначаються за допомогою на незазначені допуски взаємного розташування. У тому випадку, якщо щодо комплекту зорієнтовано кілька поверхонь, компоненти комплекту призначають по більш твердих допусках.

За допомогою методики структурного синтезу состава компонентів теоретичної схеми установки [7] по відомій теоретичній схемі базування можна видавати завдання на проектування або вибір оснащення.

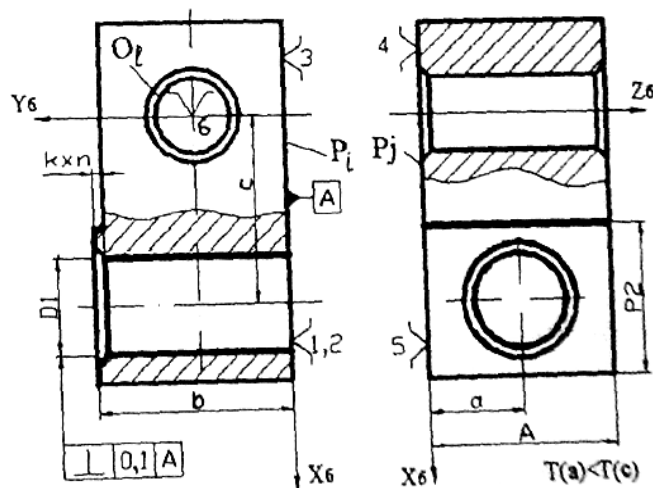


Рисунок 1.4 – Призначення комплектів баз по алгоритму 021

Для структурного синтезу состава компонентів схеми установки відбираються комбінації настановних компонентів для реалізації проектних баз комплекту технологічних баз. При виборі варіантів технічних розв'язків ураховуються наступні обмеження: тип виробництва, габарити й маса оброблюваної деталі, показники якості бази, поверхня базування (зовнішня,



внутрішня, явна, схована), тип поверхні, умови експлуатації. Критеріями переваги при виборі проміжних і остаточних розв'язків є інтегральні показники собівартості схеми установки на основі розроблених таблиць коефіцієнтів собівартості настановних, установочно-затискних компонентів.

Методика визначення інсмідуального маршруту обробки заготовок корпусних деталей [7] дозволяє для корпусних деталей вирішувати завдання синтезу порядку обробки поверхонь, порядку зхви баз усередині етапів механічної обробки, а також виду компонентів (настановна, напрямна, опорна і так далі) комплекту баз. Інформаційно-технологічна модель деталі й заготовки на етапах механічної обробки формується з параметризованих функціональних модулів і технологічних регламентів обробки.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Призначення, конструктивні особливості й умови роботи деталі у вузлів

Блок циліндрів компресора двигуна автомобіля КамАЗ-740 має ряд конструктивних особливостей і є основною й дорогою корпусною деталлю цього агрегату. Компресор харчує гальмову систему автомобіля, а на армійських версіях – є компонентом системи автоматичного регулювання тиску повітря в шинах. У блоці циліндрів компресора встановлюються інші деталі відповідно до ТУ (колінчатий вал, поршні, шатуни, клапана, плунжери і так далі). Деталь виготовляється із сірого чавуну СЧ 18-36 із твердістю HB 170-229.

До блоку циліндрів компресора й процесу складання компресора в цілому щодо цієї деталі пред'являються такі вимоги:

циліндри компресора можуть мати нохвальний або ремонтний розмір, їх овальність і конусність повинні бути не більш 0,03 мм;

осі циліндрів повинні бути перпендикулярні площини, що сполучається з картером компресора. Припустиме відхилення повинне бути не більш 0,03 мм на 100 мм;

сідла впускних клапанів повинні бути запресовані в блок циліндрів до упору;

перед установкою в блок циліндрів плунжери з ущільнювальними кільцями необхідно змастити;

шпильки кріплення блоку циліндрів повинні бути туго загорнені в картер компресора на повну довжину різьблення.

Серед різновидів зношення, які проявляються в результаті механічних впливів у деталях машин, можна зустріти абразивне зношення.

При цьому протікання процесу зношування відбувається так, на яке не впливає попадання абразивних елементів на поверхні а якій відбувається процес тертя на цезалежить від проникнення абразивних часток на поверхні тертя або

ззовні попадають частки або вони втримуються в одному з третювих тіл як, наприклад, у металопокриттях відновлених деталей, характер зношування не змінюється.

Гідро-, газообразивне зношування виникає в результаті впливу твердих часток, що захоплюються потоком рідини. Тверді частки в потік рідини попадають у результаті забруднення за рахунок пили й продуктів зношування. Гідро-, газообразивне зношування деталей паливних, масляних і водяних насосів, блоків циліндрів двигунів і компресорів нерідко проявляється разом з ерозійним зношуванням через вплив потоку рідини (пробоїни або тріщини на водяній сорочці блоку циліндрів компресора).

## **2.2 Технічні умови на ремонт блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740**

До дефектів, що найбільше часто зустрічаються, ставляться обломи й тріщини різної природи виникнення. При виникненні подібного дефекту відновлення блоку циліндрів компресора найчастіше неможливо через його конструктивні особливості. Як правило, обломи зустрічаються в циліндрах, порожнинах або каналах для проходу повітря й відновлювати ці місця доводиться, інсмідуально підходячи до кожної деталі, що в умовах авторемонтного підприємства є економічно не вигідним. Тріщини також припадають на водяну сорочку охолодження яку не завжди можливо заварити.

Ресурс блоку циліндрів компресора в кілька раз вище ресурсу циліндрів, що викликає необхідність їх ремонту в процесі експлуатації. Відновлення зношень можна робити декількома способами: методом розточування з наступним підбором ремонтних поршнів і кілець, захою на нові. У середину блоку циліндрів компресора упресовується втулка плунжера. У процесі роботи відбувається збільшення отвору, що приводить до підвищеного люфту, а значить до довірльної зхви кута нахилу плунжера. При відновленні блоку циліндрів компресора відбувається захва виробленої втулки на нову.

Технічні умови на контроль-сортування блоку циліндрів компресора

двигуна КамАЗ-740 представлено в таблиці 2.1 (додатки).

### **2.3 Розробка технологічного маршруту й оснащення операцій відновлення**

Розробимо технологію відновлення основних дефектів блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740: тріщина на картері, деформація площини рознімання; зношування дзеркала циліндрів, зривши різьблення в 2-х кріпильних отворах М8-6Н, отворі з різьбленням КГЗ/8" і 8-мі отворах М8-6Н на площині рознімання.

Маршрут відновлення блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740.

005 Слюсарна.

Зачищення базових поверхонь блоку від відкладань і іржі.

010 Слюсарна.

Зачистити шліфувальною машинкою крайки тріщини в стінці блоку циліндрів.

015 Газодинамічне напилювання.

Напилити тріщину до повного її усунення.

020 Слюсарна.

Зачистити шліфувальною машинкою напиляний шар до рівня основного металу.

025 Фрезерна.

Фрезерувати поверхню роз'єму блоку, забезпечивши параметр шорсткості Rz20 мкм.

030 Розточувальна

Розточити дзеркало циліндра в ремонтний розмір, залишивши припуск на хонінгування.

035 Хонінгування

Хонінгувати дзеркало циліндра в ремонтний розмір.

040 Зварювальна.

Заварити 8 кріпильних різьбових отворів М8-6Н.

045 Свердлильна.

Свердлити заварені кріпильні отвори діаметром  $\varnothing 7,2$  мм на глибину 18 мм.

050 Свердлильна.

Розсвердлити 2 кріпильних отвори до  $\varnothing 9,5$  мм на глибину 18 мм під нарізування різьби.

055 Різьбонарізна.

Нарізати різьблення в 8-мі отворах М8-6Н на глибину 14 мм.

060 Різьбонарізна.

Нарізати різьбу у 2-х отворах М10х1,25-6Н на глибину 14 мм.

065 Слюсарна.

Ввернути 2 ремонтних болти в різьбові отвори М10х1,25-6Н.

070 Свердлильна.

Розсвердлити отвір з різьбою КГЗ/8" до діаметра 23 мм на глибину 23 мм під запресовування ремонтної втулки.

075 Слюсарна.

Запресувати ремонтну втулку із внутрішнім різьбленням КГЗ/8", зовнішнім діаметром 23 мм на глибину 23 мм.

080 Контрольна.

Контролювати забезпечення виконавчих розмірів.

Провести огляд відповідності необхідним розмірам та якості відновлених поверхонь.

Результати вибору встаткування, оснащення й інструментів зведено в таблицю 2.2 (додатки).

#### **2.4 Розрахунки режимів різання й технічне нормування операцій**

**Розрахунки процесу газодинамічного напилювання тріщини.  
Операція 015.**

Підготовка крайок тріщини в блоці циліндрів компресора під газодинамічне напилювання передбачає шліфування пневматичною

шліфувальною машинкою ИП2203А с використанням кола шліфувального 125x4x32 14А 40-Н Ст 3 БУ 80 м/с, 2кл.

Необхідний тиск – 0,6 МПа .

Кількість повітря яке витрачається 0,4 м<sup>3</sup> / хв .

Дистанція – 80 – 100 мм .

Фракція порошкового матеріалу 40 мкм .

Мережева напруга 220 В .

Мощність яка є потрібною для здійснення напилення 3,6 кВт .

Виробнича потужність по обсягу покриття, що наноситься  
 $P_v = 3 \text{ см}^3 / \text{хв}$  [9].

Наносити покриття до повного усунення тріщини.

Подача, яка здійснюється у повздовжньому напрямі  $S = 50 \text{ мм/хв}$  .

Необхідна глибина шару, який необхідно нанести за раз  $t = 1,75 \text{ мм}$ .  $t = 1,75 \text{ мм}$ .

Необхідний обсяг матеріалу, що наноситься см<sup>3</sup> визначимо по формулі [8]

$$V_m = \frac{L \cdot b \cdot h \cdot k_{зан}}{1000}, \quad (2.1)$$

де  $L$  – довжина тріщини, мм;

$b$  – середня ширина тріщини, мм;

$h$  – глибина тріщини, мм;

$k_{зан}$  – коефіцієнт запасу матеріалу.

При розмірі тріщини 35 мм, ширині тріщини 4 мм, глибині тріщини 7 мм і коефіцієнті запасу 1,2 визначаємо необхідний

$$V_m = \frac{35 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 1,2}{1000} = 1,176 \text{ см}^3.$$

Число проходів [9]

$$i = \frac{h}{t}, \quad (2.2)$$

де  $t$  – шару матеріалу, наносимий за хід.

$$i = \frac{7}{1,75} = 4.$$

Час на виконання основної технологічної операції напилення час, хв [10]

$$T_0 = \frac{V_m}{P_v}; \quad (2.3)$$

$$T_0 = \frac{1,176}{0,3} = 3,92 \text{ хв.}$$

Час який необхідний для виконання розбирально збиральної операції відповідно до [10],  $t_{\text{ВУ}} = 0,85$  хв. Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{\text{ВП}} = 0,47$  хв. Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{\text{ОРМ}} = 6\% \cdot [10]$ . Штучний час  $T_{\text{шт}}$  визначається

$$T_{\text{шт}} = (t_0 + t_d) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right); \quad (2.4)$$

$$T_{\text{шт}} = (3,92 + 1,32) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 5,55 \text{ хв.}$$

**Розрахунки процесу фрезерування площини рознімання блоку.**

### **Операція 025**

У даній операції виконується фрезерування площини рознімання блоку.

Обробка проводиться на горизонтально-фрезерному обладнанні, сила 8,0 Квт.

Глибина різання  $t = 0,2$  мм, ширина фрезерування –  $B = 110$  мм.

Обробка проводиться фрезою із спеціального матеріалу. Деталь закріплюється в спец. обладнанні. Для фрезерування обираємо циліндричну фрезу, діаметр фрези  $D = 100$  мм, число зубів  $z = 10$  [9].

При обробці подачу поділяють на один зуб  $s_z$  подачу на один оберт  $s_n$  фрези й подачу хвилину  $s_m$  мм/хв, які перебувають по формулі

$$s_m = s_n \cdot n = s_z \cdot z \cdot n, \quad (2.5)$$

де  $n$  – частота обертання фрези,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$z$  – число зубів фрези.

Рекомендована подача на один зуб  $s_z = 0,15$  мм [9].

Швидкість процесу різання  $V$  – окружна швидкість інструменту, м/хв, визначається по формулі [8]

$$v = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot k_v, \quad (2.6)$$

де  $c_v$  – коефіцієнт, що охарактеризовує склад заготовки і інструмента;

$D$  – діаметр інструмента  $D = 100$  мм;

$T$  – тривалість роботи інструмента,  $T = 180$  хв [9];

$s_z$  – подача на один зуб,  $s_z = 0,15$  мм [9];

$B$  – розмір поверхні, що обробляється по ширині;

$Z$  – кількість зубів інструмента,  $z = 10$ ;

$k_v$  – коректувальний коефіцієнт на зміни умови обробки;

$q, m, x, y, u, p$  – величини, які змінюються в залежності від умов оброблювання.



Показники  $c_v, q, m, x, y, u, p$  перебувають із таблиці [9]:  $c_v = 49,5$ ;  $q = 0,45$ ;  $m = 0,33$ ;  $x = 0,3$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$ .

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість обробки, що враховує фактичні умови даної операції

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}, \quad (2.7)$$

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, що обробляється;

$k_{nv}$  – коефіцієнт, який враховує дію поверхні заготовки на швидкість різання;

$k_{uv}$  – коректувальний коефіцієнт, який включає вплив інструментального матеріалу ( $k_{uv} = 0,9$  [8]).

Згідно [8]

$$k_{mv} = k_z \cdot \left( \frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v}, \quad (2.8)$$

де  $k_z$  – коефіцієнт для матеріалу інструмента  $k_z = 1$  [9];

$n_v$  – величина, що характеризує рівень обробки  $n_v = 1$  [9].

$HV$  – твердість матеріалу,  $HV = 170$  МПа [9].

По формулі (2.8)  $K_{mv} = 1,06$ .

$K_{uv}$  – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструмента на швидкість різання. Приймаємо  $K_{uv} = 1,15$  [9].

$K_{cv}$  – коефіцієнт, що враховує спосіб нарізування різьблення;  $K_{cv} = 1$ .

Тоді  $KV = 1,06 \cdot 1,15 \cdot 1 = 1,22$ .

$$v = \frac{49,5 \cdot 100^{0,45}}{180^{0,33} \cdot 0,2^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 110^{0,1} \cdot 10^{0,1}} \cdot 1,22 = 147,1 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо силу різання. Сила різання при обробці – кругова сила  $P_z$ , Н, яка перебуває по формулі

$$P_z = \frac{10 \cdot c_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp}, \quad (2.9)$$

де  $n$  – частота обертання фрези,  $\text{хв}^{-1}$ .

Значення коефіцієнта  $c_p$  та показників ступенів перебувають по таблиці [9], коректувальний коефіцієнт впливу на якість матеріалу, який обробляється  $k_{mp}$  – виліччини, які беруть участь при різанні, а саме горизонтальної  $P_h$ , вертикальної  $P_v$ , радіальної  $P_y$ , осьовий  $P_x$  [8] отримаємо  $c_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1,0$ ;  $q = 0,86$ ;  $v = 0$ .

Швидкість обертів інструмента обертання фрези  $n$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}; \quad (2.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 147,1}{3,14 \cdot 100} = 468,5 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно даних технологічного обладнання  $n_\phi = 600 \text{ хв}^{-1}$ .

Тоді фактична швидкість різання

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,2^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 110^{0,3} \cdot 10}{100^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 0,88 = 34,6 \text{ Н}.$$

Визначаємо крутильний момент  $M_{кр}$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}; \quad (2.11)$$

$$M_{кр} = \frac{34,6 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 17,3 \text{ Нм}.$$

Визначаємо силу при різанні  $N_e$ , кВт

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}; \quad (2.12)$$

$$N_e = \frac{34,6 \cdot 147,1}{1020 \cdot 60} = 0,1 \text{ кВт.}$$

Штучно калькуляційний час, хв

$$t_m = 2 \cdot \frac{L}{s_m}, \quad (2.13)$$

де  $L$  – параметри місця оброблювання деталі;

$s_m$  – подача інструмента тривалістю хвилини, мм/хв.

Визначаємо параметри деталі, яка обробляється

$$L = l + y, \quad (2.14)$$

де  $l$  – параметри деталі площини, яка обробляється;

$y$  – розміри фрези для виконання операції

$$y = y_1 + y_2, \quad (2.15)$$

де  $y_1$  – параметри на яку глибину врізається інструмент

$y_2$  – параметри при яких інструмент виходить

$$y_1 = \sqrt{D \cdot t - t^2}; \quad (2.16)$$

$$y_1 = \sqrt{100 \cdot 0,2 - 0,2^2} = 4,47 \text{ мм};$$

$$y_2 = 0,05 \cdot D = 0,05 \cdot 100 = 5 \text{ мм};$$

$$y = 4,47 + 5 = 9,47 \text{ мм.}$$

Хвилинна подача  $s_m$  визначається зі співвідношення

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n \quad (2.17)$$

$$s_M = 0,15 \cdot 10 \cdot 400 = 600 \frac{\text{мм}}{\text{хв}};$$

$$L = 160 + 9,47 = 169,47 \text{ мм};$$

$$t_M = 2 \cdot \frac{169,47}{600} = 0,56 \text{ хв}.$$

Додатковий час, який необхідний для виконання знімально-установчих дій із деталлю відповідно до [10],  $t_b = 0,85$  хв. Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_b = 0,47$  хв. Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{\text{ОПМ}} = 0,2$  хв. Час необхідний для підготовки і завершення роботі відповідно до [10]  $t_{\text{ПЗ}} = 9$  хв.

$$T_{\text{ум}} = (t_M + t_s) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right); \quad (2.18)$$

$$T_{\text{ум}} = (0,56 + 1,32) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 1,93 \text{ хв}.$$

### **Розрахунки режимів розточування циліндрів. Операція 030**

Визначаємо глибину різання [6]

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (2.19)$$

де  $D, d$  – діаметри деталі після й до обробки,  $D = 60,3$  мм,  $d = 60,1$  мм.  
 $t = 0,1$  мм.

Подача інструмента  $S = 0,15$  мм/об.

Розраховуємо швидкість [8]

$$V = \frac{C_v}{T^m t^{xv} s^{yv}} K_v, \quad (2.20)$$

де  $C_v$  – постійна для даних умов різання,  $C_v = 292$ ;

$xv, yv, m$  – показники ступеня,  $xv = 0,35, yv = 0,2, m = 0,2$ ;

$K_v$  – коректувальний коефіцієнт,  $K_v = 0,97$ .

$T$  – час стійкості інструмент,  $T = 60$ .

$$V = \frac{292}{60^{0,2} 0,1^{0,15} 0,15^{0,2}} 0,97 = 258 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо оберти обладнання [8]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (2.21)$$

$$n = 1362 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо фактичні оберти верстата. Приймаємо  $n_\phi = 1250 \text{ хв}^{-1}$ .

Визначаємо фактичну швидкість різання [8]

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000}; \quad (2.22)$$

$$V_\phi = 237 \text{ м/хв.}$$

Сили різання розраховуємо по формулі

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_y \cdot V_n \cdot K_p, \quad (2.23)$$

де  $C_p$  – коефіцієнт, що враховує умови на виконання операції.

Враховуючи [8],  $C_p = 300$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 0,45$ .

$K_p$  – поправочний коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу. Згідно [9],  $K_p=0,7$ .

Сила різання

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,1 \cdot 1,0 \cdot 0,150 \cdot 75 \cdot 2370,45 \cdot 0,7 = 527 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання [8]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60} \quad (2.24)$$

$$N = \frac{526 \cdot 237}{1020 \cdot 60} = 2 \text{ кВт.}$$

Визначаємо норми часу. Основний час [10]

$$T_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot V \cdot s}; \quad (2.25)$$

$$T_0 = \frac{3,14 \cdot 60,3 \cdot 91,6}{1000 \cdot 237 \cdot 0,15} = 0,49 \text{ хв.}$$

Час необхідний для знімання і установлювання усіх робіт у відповідності до [10]  $t_{\text{ВУ}} = 1,85$  хв . Необхідний час для здійснення переходів у відповідності до [10]  $t_{\text{ВП}} = 0,47$  хв . Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{\text{ОРМ}} = 6 \%$  . Звідси норма штучного часу  $T_{\text{шт}}$  визначається по (2.4)

$$T_{\text{шт}} = (0,49 + 2,32) \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 2,98 \text{ хв.}$$

### **Розрахунки режимів хонінгування дзеркала циліндра. Операція 035**

Ціль операції – хонінгувати поверхню дзеркала циліндра, витримуючи розмір  $\varnothing 60,4_0^{+0,03}$  мм і параметр шорсткості Ra 0,32 мкм.

Призначаємо верстат вертикально-хонінгувальний 3А833, потужністю 2,2 кВт. Брусок 125x12x5x3x40А 80/63 100.

При хонінгуванні розрізняють дві швидкості:  $V_{окр}$  – окружна швидкість хонінгувальної головки,  $V_{en}$  – зворотно-поступальна швидкість головки.

Хід хонінгувальної головки визначають із вираження

$$H = L + 2K - m, \quad (2.26)$$

де  $L$  – довжина оброблюваного отвору, мм;

$K = \frac{1}{3}m$  – величина переходів брусків, мм;

$m$  – довжина абразивного бруска, мм.

Число подвійних ходів головки у хвилину

$$n = \frac{1000 \cdot V_{ex}}{2H}. \quad (2.27)$$

Основний час, необхідне для зняття припуску

$$t_0 = \frac{h}{t \cdot n}, \quad (2.28)$$

де  $t=0,0001$  мм – величина поперечної подачі брусків на один подвійний хід головки;

$h = 0,1$  – припуск на хонінгування, мм;

$V_{ex} = 60$  м/хв;

$m = 125$  мм;

$L = 91,6$  мм.

Тому що  $m > L$ , те Приймаємо

$$H = 2/3 \cdot m; \quad (2.29)$$

$$H = 2/3 \cdot 125 = 83,3 \text{ мм.}$$

Число подвійних ходів головки у хвилину

$$n = \frac{1000 \cdot 60}{2 \cdot 83,3} = 360 ;$$

Основний час, необхідне для зняття припуску при обробці двох циліндрів

$$t_0 = 2 \cdot \frac{0,1}{0,0001 \cdot 360} = 5,56 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію  $t_6 = 5,11$  хв.

Штучно-калькуляційний часу, хв [10]

$$t_{ш.к.} = t_0 + t_{в.в.} + t_{опм} + \frac{T_{п.з.}}{Z}, \quad (2.30)$$

Час який необхідний для виконання розбирально збиральної операції відповідно до [10],  $t_{вв} = 4$  хв. Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{вп} = 0,5$  хв. Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{опм} = 0,2$  хв. Час необхідний для підготовки і завершення роботи відповідно до [10]  $t_{пз} = 0,2$  хв. Необхідна кількість деталей у даному випадку складе  $z = 20$  шт. Визначаємо штучно-калькуляційний час  $t_{ш.к.}$

$$t_{ш.к.} = 5,56 + 5,11 + 0,2 + \frac{10}{20} = 11,37 \text{ хв.}$$

## **Розрахунки операції заварки 8 кріпильних різьбових отворів М8-6Н. Операція 040**

При виконанні операції використовується встаткування й пристосування - установка дугового наплавлення УД-209 із джерелом живлення, пристосування спеціальне для закріплення деталі; штанген-циркуль ШЦ-1-125-0,1, дріт для наплавлення Св-08ГА за; флюс АН-348А.



Визначимо коефіцієнт проплавлення, що характеризує форму зварювальної ванни

$$\psi = \frac{b}{h}, \quad (2.31)$$

де  $b$  – ширина зварювальної ванни;

$h$  – глибина розплавленого шару.

Приймаємо  $b = 4$  мм,  $h = 2,5$  мм. Тоді коефіцієнт проплавлення

$$\psi = \frac{4}{2,5} = 1,6 .$$

Визначаємо необхідну потужність струму

$$I = \frac{h}{K}, \quad (2.32)$$

де  $K$  – значення пропорціональності, яка впливає на зварний процес  
 $K = 1,3$ .

Потужність струму  $I = 200$  А

Напруга, яка виникає визначається за формулою

$$U = 0,05 \frac{I}{d_e} + 20, \quad (2.33)$$

де  $d_e$  – розмір електрода дорівнює  $d_e = 2,2$  мм

$$U = 0,05 \frac{200}{2,2} + 20 = 24,54 \text{ В.}$$

Визначаємо швидкість наплавки за наступною формулою

$$V_n = \frac{0,785 \cdot d_e^2 \cdot V_n \cdot \eta}{0,5 \cdot h \cdot b}, \quad (2.34)$$

де  $V_n$  – швидкість подавання зварного елемента,  $V_n = 1,16$  м/хв ;

$\eta$  – показник подачі зварного елемента на деталь,  $\eta = 1,0$ .

В даному випадку наплавлення відбуватиметься з наступною швидкістю

$$V_n = \frac{0,785 \cdot 2,2^2 \cdot 1,16}{0,5 \cdot 2,5 \cdot 4} \cdot 1 = 0,88 \text{ м/хв.}$$

Відповідно до [10] при зварювання деталі час визначатиметься

$$t_0 = \frac{l}{1000 \cdot V_n}, \quad (2.35)$$

де  $l$  – довжина поверхні, яку наплавляємо,  $l = 50$  мм.

$$t_0 = \frac{50}{0,88 \cdot 1000} = 0,057 \text{ хв.}$$

При заварюванні 8-мі отворів  $t_0 = 0,46$  хв.

Час який необхідний для виконання розбирально збиральної операції відповідно до [10],  $t_{\text{ВУ}} = 4$  хв. Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{\text{ВП}} = 7$  хв. Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{\text{ОРМ}} = 0,5$  хв. Час необхідний для підготовки і завершення роботі відповідно до [10]  $t_{\text{ПЗ}} = 8$  хв.

Кількість деталей у партії приймаємо  $z = 20$  шт.

Визначаємо штучно-калькуляційний час  $t_{\text{Ш.К.}}$

$$t_{\text{Ш.К.}} = 0,46 + 7 + 4 + 0,5 + \frac{8}{20} = 12,36 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів розсвердлювання 2-х отворів до  $\varnothing 9,2$  на глибину 18 мм під нарізування різьблення M10x1,25-6H. Операція 050.

Визначаємо глибину різання [9], мм

$$t = 0,5 \cdot (D_2 - D_1), \quad (2.36)$$

де  $D_1, D_2$  – діаметри отворів,  $D_1 = 8$  мм,  $D_2 = 9,2$  мм.

$$t = 0,5 \cdot (9,2 - 8) = 0,6 \text{ мм.}$$

Подачу приймаємо рівної  $S = 0,2$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання [8]

$$V = \frac{C_v D^{qv}}{T^m t^{xv} S^{yv}} K_v, \quad (2.37)$$

де  $c_v$  – величина, яка описує склад деталі і інструменту  $c_v = 14,7$ ;

$xv, yv, m, qv$  – показники ступеня,  $xv = 0, yv = 0,55, m = 0,2, qv = 0,25$ ;

$K_v$  - коректувальний коефіцієнт,  $K_v = 1,197$ .

$T$  – стійкість шліфувального кола, хв. Згідно [8]  $T = 120$  хв.

$$V = \frac{14,7 \cdot 9,2^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 0,6^0 \cdot 0,2^{0,55}} \cdot 1,197 = 28,5 \text{ м/хв};$$

Визначаємо оберти верстата [8]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (2.38)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 28,5}{3,14 \cdot 9,2} = 986 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо фактичну швидкість різання [8]

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\delta}}{1000}; \quad (2.39)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 9,2 \cdot 1000}{1000} = 28,8 \text{ м/хв.}$$

Момент, який діє під час розсвердлювання [8]

$$M = C_m D^{q_m} S^{y_m} K_p, \quad (2.40)$$

де  $C_m$  – стала величина для умови різання,  $C_m=0,012$ ;

$q_m, y_m$  – показники ступеня,  $q_m = 2,2, y_m = 0,8$ ;

$K_p$  – коректувальний коефіцієнт,  $K_p = 1,04$ .

$$M = 0,012 \cdot 9,2^{2,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,04 = 0,45 \text{ Нм.}$$

Сила, яка діє на осі, що діє при розсвердлюванні [8]

$$p_0 = C_p D^{q_p} S^{y_p} K_p, \quad (2.41)$$

де  $C_p$  – стала величина для умови різання,  $C_p = 42$ ;

$y_p, q_p$  – показники ступеня,  $y_p = 0,75, q_p = 1,2$ ;

$K_p$  – коректувальний коефіцієнт,  $K_p = 1,04$ .

$$p_0 = 42 \cdot 9,2^{1,2} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 1,04 = 187,3 \text{ Н,}$$

Розраховуємо силу натиску при різанні [9]

$$N = \frac{M \cdot n_{\phi}}{975}; \quad (2.42)$$

$$N = \frac{0,45 \cdot 1000}{975} = 0,46 \text{ кВт.}$$

Норма часу технологічна, хв [10]

$$t_{ш.к.} = t_0 + t_{в.у.} + t_{опм} + \frac{T_{п.з.}}{Z}, \quad (2.43)$$

де  $t_0$  – основне (машинне) час, хв.

Основний технологічний час [10]

$$t_0 = \frac{L + L_1}{n \cdot S_\phi}, \quad (2.44)$$

де  $L, L_1$  – розміри для виконання різання,  $L = 18$  мм,  $L_1 = 2$  мм.

Враховуючи послідовну обробку двох отворів, маємо

$$t_0 = 2 \cdot \frac{18 + 2}{1000 \cdot 0,2} = 0,2 \text{ хв.}$$

Час який необхідний для виконання розбирально збиральної операції відповідно до [10],  $t_{в.у.} = 2,5$  хв . Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{вп} = 0,5$  хв . Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{опм} = 0,2$  хв . Час необхідний для підготовки і завершення роботи відповідно до [10]  $t_{пз} = 10$  хв . Необхідна кількість деталей у даному випадку складе  $z = 20$  шт . Визначаємо штучно-калькуляційний час  $t_{ш.к.}$  (2.39)

$$t_{ш.к.} = 0,2 + 2,5 + 0,5 + 0,2 + \frac{10}{20} = 3,9 \text{ хв.}$$

**Розрахунки операції нарізування різьблення М10х1,25-6Н у 2-х розчалених отворах. Операція 060**

Нарізування різьблення здійснюємо на вертикально-свердильному верстаті мод. 2170 мітчиком М10х1,25х180 на глибину 14 мм.

Швидкість різання, м/хв при нарізуванні метричного різьблення мітчиками розрахуємо по формулі [8]

$$v = \frac{C_v \cdot d^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K, \quad (2.45)$$

де  $C_v = 64,8$  – величина, яка описує склад деталі і інструменту;

$d$  – діаметр різьблення, мм,  $d = 10$  мм.

$S$  – подача різального інструменту,  $S = 1,25$  мм/об;

$T = 120$  хв – період стійкості мітчика;

$q, m, y$  – показники ступеня, прийняті згідно довідника;  $q = 1,2$ ,  $m = 0,9$ ,  
 $y = 0,5$

$k_v$  – коефіцієнт, який визначається перемноженням коефіцієнтів згідно [9]

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{cv} \cdot k_{uv}, \quad (2.46)$$

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт, який ураховує якість матеріалу, що обробляється [8]

$$K_{mv} = K_z \left[ \frac{180}{HB} \right]^{nv}, \quad (2.47)$$

де  $k_z$  – коефіцієнт для матеріалу інструмента  $k_z = 1$  [9]).

$n_v$  – величина, що характеризує рівень обробки  $n_v = 0,9$  [9].

HB – твердість матеріалу, МПа. Приймаємо HB = 170 [9].

По формулі (2.47)  $K_{mv} = 1,06$ .

$K_{uv}$  – коефіцієнт, який ураховує вплив матеріалу інструмента на швидкість різання. Приймаємо  $K_{uv} = 1,15$  [9].

$K_{cv}$  – коефіцієнт, що враховує спосіб нарізування різьблення;  $K_{cv} = 1$ .

Тоді  $KV = 1,06 \cdot 1,15 \cdot 1 = 1,22$ .

Швидкість різання

$$v = \frac{64,8 \cdot 10^{1,2}}{120^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} \cdot 1,22 = 15 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя верстата визначається по формулі [8]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ хв}^{-1}, \quad (2.48)$$

де  $D$  – нохвальний діаметр різьблення,  $D = 10$  мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 10} = 477,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо  $n_\phi$  верстата по паспорту  $n_\phi = 480 \text{ хв}^{-1}$

Тоді фактична швидкість різання [8]

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}; \quad (2.49)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 480}{1000} = 15,07 \text{ м/хв}.$$

При нарізанні різьблення мітчиками, крутний момент розраховуємо по формулі [8]

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.50)$$

де  $S$  – крок різьблення, мм,  $S=1,25$  мм;

$C_m$ ,  $q$ ,  $y$  – відповідно постійна й показники ступеня, обумовлені по довідникові [9]  $C_m=0,027$ ,  $q=1,4$ ,  $y=1,5$ ;

$K_p$  – поправочний коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу. Згідно [9],  $K_p=0,7$ .

Тоді крутний момент

$$M = 10 \cdot 0,027 \cdot 10^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 0,7 = 6,63 \text{ Нм}.$$

Потужність різання визначимо по формулі [8]

$$N = \frac{M \cdot n_{\phi}}{9750}; \quad (2.51)$$

$$N = \frac{6,63 \cdot 480}{9750} = 0,32 \text{ кВт.}$$

Визначення припустимої потужності на шпинделі, кВт [8]

$$N_{ш} = N_e \cdot \eta, \quad (2.52)$$

де  $\eta = 0,9$  – ККД верстата по приводу

$N_e$  – потужність електродвигуна верстата, кВт;  $N_e = 3$  кВт.

$$N_{ш} = 3 \cdot 0,9 = 2,7 \text{ кВт.}$$

Перевірка режимів різання по потужності. При цьому повинне виконуватися умова  $N \leq N_{ш}$ , у нашому випадку  $0,32 < 2,7$ , тобто умова виконується. Виходить, процес різання на заданому верстаті можливий.

Визначення основного часу, хв [10]

$$t_0 = \frac{L}{n_{\phi} \cdot s}, \quad (2.53)$$

де  $L = l_1 + l_2$  – розрахункова довжина обробки, мм;

$l_1 = 2$  мм – величина врізання мітчика;

$l_2 = 14$  мм – дійсна довжина оброблюваної поверхні деталі.

Враховуючи послідовну обробку двох отворів, одержимо

$$t_0 = 2 \cdot \frac{14 + 2}{480 \cdot 1,25} = 0,1 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу, хв [10]



$$t_{ш.к.} = t_0 + t_{в.у.} + t_{орм} + \frac{T_{п.з.}}{Z}. \quad (2.54)$$

Додаткою час, який необхідний для виконання знімально-установчих дій із деталю відповідно до [10],  $t_{в.у.} = 2,0$  хв. Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{вп} = 0,5$  хв. Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{орм} = 0,4$  хв. Час необхідний для підготовки і завершення роботі відповідно до [10]  $t_{пз} = 12$  хв.

Кількість деталей у партії приймаємо  $z = 20$  шт.

Визначаємо штучно-калькуляційний час  $t_{ш.к.}$  по формулі (2.50)

$$t_{ш.к.} = 0,1 + 2,0 + 0,5 + 0,4 + \frac{12}{20} = 3,6 \text{ хв.}$$

### **Розрахунки режимів запресовування ремонтної різьбової втулки Операція 075**

Зусилля запресовування визначається по формулі, Н [8]

$$F = f \cdot n \cdot d \cdot L \cdot p, \quad (2.55)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя. Згідно [9], приймаємо  $f=0,12$ ;

$d$  – діаметр контактуючих поверхонь, мм,  $d=23$  мм;

$L$  – довжина втулки, мм;  $L=23$  мм;

$n$  – параметр, обумовлений по формулі [8]

$$n = \frac{\sigma_T}{[\sigma]}, \quad (2.56)$$

де  $[\sigma]$  – допустиме напруження для матеріалу втулки,  $[\sigma]=190$  МПа .

$\sigma_T$  – границя плинності для матеріалу втулки.  $\sigma_T = 250$  МПа .

$$n = \frac{250}{190} = 1,316;$$

$p$  – питомий контактний тиск, МПа

$$p = \frac{1}{d} \cdot \frac{\Delta \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)}, \quad (2.57)$$

де  $\Delta$  – максимальний розрахунковий натяг, мкм.  $\Delta = 10$  мкм;

$C_1$  і  $C_2$  – коефіцієнти охоплюваної деталі, що охоплює. Згідно [8]

$$C_1 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_1; \quad (2.58)$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} - \mu_2, \quad (2.59)$$

де  $d_0$  – діаметр отвору охоплюваної деталі, мм.  $d_0 = 10$  мм.

$D$  – зовнішній діаметр деталі, що охоплює, мм.  $D = 26$  мм.

$\mu_1$  і  $\mu_2$  – коефіцієнти Пуассона для охоплюваної деталі, що охоплює й.

Приймаємо  $\mu_1 = \mu_2 = 0,2$ .

$E_1$  і  $E_2$  – модулі пружності, що охоплює й охоплюваної деталі. Приймаємо  $E_1 = E_2 = 2,05 \cdot 10^6$  МПа.

$$C_1 = 1,5;$$

$$C_2 = 8,2;$$

$$p = \frac{1}{23} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{1,5}{2,05 \cdot 10^6} + \frac{8,2}{2,05 \cdot 10^6}\right)} = 92 \text{ МПа.}$$

Зусилля запресовування, формула (2.55)

$$F = 0,12 \cdot 1,316 \cdot 23 \cdot 23 \cdot 92 = 7,7 \text{ кН.}$$

Технічна норма часу, хв [10]

$$t_{ш.к.} = t_0 + t_{в.у.} + t_{орм} + \frac{T_{п.з.}}{Z}. \quad (2.60)$$

Основне (машинне) час  $t_0=1,9$  хв.

Додаткою час, який необхідний для виконання знімально-установчих дій із деталю відповідно до [10],  $t_{в.у.} = 2,1$  хв . Час який необхідний для переходу відповідно до [10]  $t_{вп} = 0$  хв . Час необхідний для догляду за місцем робочим відповідно до [10]  $t_{орм} = 3$  хв . Час необхідний для підготовки і завершення роботі відповідно до [10]  $t_{пз} = 13$  хв .

Вибираємо необхідне число деталей,  $z = 20$  шт.

$$t_{ш.к.} = 1,9 + 2,1 + 0 + 3 + \frac{13}{20} = 7,7 \text{ хв.}$$

## 2.5 Проектування ділянки ремонтного цеху

Визначаємо кількість верстатного встаткування розраховуємо по формулі [13]

$$X = \frac{T^r}{T_{ф.о.}}, \quad (2.61)$$

де  $X$  – кількість устаткування, шт.;

$T^r$  – річний обсяг робіт, люд.год.;

$T_{ф.о.}$  – дійсний річний фонд часу встаткування, год.

Розрахунки необхідної кількості встаткування зведемо в таблицю 4.3.

Вибираємо необхідне встаткування у відповідності й розрахунковою кількістю по кожному напрямкові й становимо відомості встаткування.

## Розрахунки кількості робітників та службовців ділянки

Розрізняють обліковий і явочний состав робітників. Обліковий – це повний состав робітників, що включає в себе, що як фактично явившихся на роботу, що так і перебувають у відпустках і відсутніх по іншим поважним причинам. Явочний – це кількість робітників, що фактично з'явилися на роботу.

Облікове  $X_{cn}$  і явочне  $X_{яв.}$  кількість робітників визначається по наступних формулах [13]

$$X_{cn.} = \frac{T_r}{T_{ф.д.}}; \quad X_{яв.} = \frac{T_r}{T_{ф.н.}}, \quad (2.62)$$

де  $T_r$  – кількість робіт за весь рік, люд. · год,

$T_{др}$  – фонд часу робітника, річний год.;

$T_{мр}$  – річний фонд часу робітника, номінальний, год.;

$$T_{др.} = 1840 \text{ год};$$

$$T_{мр.} = 2030 \text{ год.}$$

Розрахунки числа робітників зведено в таблицю 4.3.

Кількість допоміжних і інших робітників зведено в таблицю 4.4 додаток 2

Таблиця 4.4– Розрахункова кількість допоміжних, ІТП, СКП, МОП від кількості виробничих робітників

Категорія працюючих	Відносини до виробничих робітників, %	Кількість працюючих	
		Розрахункове	Прийняте
Виробничі робітники	-	4,3	5
Допоміжні робітники	12-15	0,75	1
ІТП	13-15	0,75	1
СКП	12-14	0,6	1
МОП	2-3	0,15	1
Разом			9

### Розрахунки площі дільниці

Площа приміщення слюсарно-механічної дільниці визначаємо попередньо по сумарній площі, займаній технологічним устаткуванням,

машиноместами, виробничим реманентом на виробничій ділянці й коефіцієнтом громіздкості  $K_G$

$$F_{\text{уч.}} = F_{\text{об.}} \cdot K_G = 57,1 \cdot 3,5 = 199,8 \text{ м}^2, \quad (2.63)$$

де  $F_{\text{уч.}}$  – площа ділянки,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{об.}}$  – площа, займана встаткуванням,  $\text{м}^2$ ;

$K_G$  – коефіцієнт громіздкості;

$K_G=3,5$  – для слюсарно-механічної ділянки.

Остаточно прийняту в проєкті площа ділянки перевіряємо графічним шляхом за планом розміщення технологічного встаткування, виконаним з урахуванням норм технологічного проєктування.

Отже, згідно із планувальним розв'язком

$$F_{\text{уч.}} = 12 \cdot 18 = 216 \text{ м}^2. \quad (2.64)$$

Приймаємо  $F_{\text{уч.}} = 216 \text{ м}^2$ .

## **3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Використання приспособлень в умовах АТП**

Вартості встаткування, а собівартість і строки налаштування виробництва в основному визначаються величиною витрат праці й часу на складання проекту й пошук або створення технічного устаткування [11, 12].

Із збільшенням поширення механізації та автоматизації приспособлень, які широко поширені у виробництві, що стало можливим на базі застосування двох сучасних принципів у конструкції:

- базування оброблюваних деталей на верстатах з вивіркою по перевірочних базах заміняється базуванням без вивірки, що прискорює процес базування й забезпечує можливість автоматичного одержання розмірів на настроєних верстатах;

Поширення механізації та автоматизація пристосувань в умовах малих виробництва стала можливою на базі застосування двох сучасних принципів у конструкції:

- створення переналагоджуваних (групових, універсальних) пристосувань із індивідуальною механізованою працею;
- створення універсальних силових приводів для послідовного обслуговування ряду спеціальних пристосувань.

### **3.2 Приспособлення для кріплення деталуї і його роботи**

Пристосування (рис.3.1) застосовується при розточуванні циліндрів у картері блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740. Деталь базується площиною (настановна база), внутрішньою циліндричною поверхнею (подвійна опорна база), площиною бічної поверхні заготовки (опорна база) і закріплюється одночасно силами, спрямованими перпендикулярно до настановної бази.

У пристосуванні деталь опирається настановною базою на опорну пластину 2, подвійною опорною базою встановлюється на розтискне

оправлення 1, опорною базою – на постійну опору 3 зі сферичною головкою. Затискач здійснюється одночасно прихватами 7 і 8 за допомогою гідроприводу. Розкріплення деталі проводиться у зворотному порядку.

У проєктованому пристосуванні доцільно використовувати гідравлічний привід з наступних міркувань: компактність, простота, скорочення допоміжного часу й надійність.

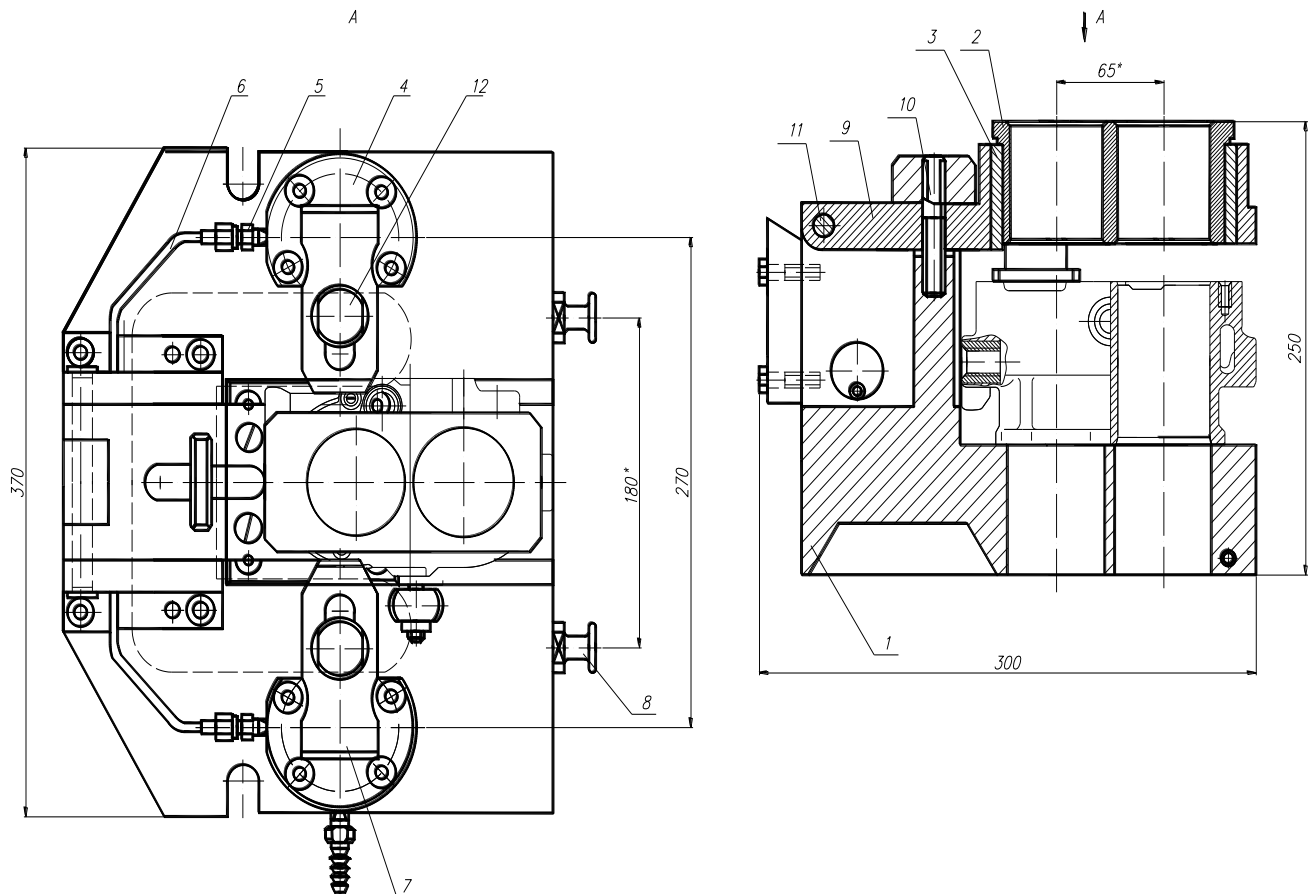


Рисунок 3.1 – Пристосування для базування деталі

### 3.3 Силовий розрахунки пристосування

Під час механічної обробки на заготовку діє вертикальна сила  $P$  и обертаючий момент  $M$ . Сила сприймається опорною площиною пристосування, а момент  $M$  – намагається задати кутовий зсув заготовці в пристосуванні.

Для недопущення зношування опорних поверхонь сила  $W$  повинна бути більше, зусиль, які намагаються повернути заготовку. Для цього в пристрої необхідно використовувати привод, який забезпечить необхідну силу закріплення.

У загальному випадку можна представити два основні вираження [11, 12]:  
через зусилля

$$k \cdot \sum_{i=1}^n P_{акт_i} = \sum_{i=1}^m P_{прот_j} ; \quad (3.1)$$

через моменти

$$k \cdot \sum_{i=1}^n M_{акт_i} = \sum_{i=1}^m M_{прот_j} , \quad (3.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт запасів сили затискачів;

$P_{акт_i}$ ,  $M_{акт_i}$  – зусилля й момент, що виникають під час механічної обробки.

Значення коефіцієнта запасу сили затиснення перебувають із обліком табличних даних і рекомендацій

$$k = k_0 \cdot \sum_{i=1}^6 k_i , \quad (3.3)$$

де  $k_0 = 1,5$  – коефіцієнт впливу сили затискачів;

$k_1$  – коефіцієнт, який має залежність від заготовки, її поверхні та припуском на мех. обробку  $k_1 = 1,0$   $k_1 = 1,2$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, який ураховує зростання сили оброблювання коли інструмент затуплюється ( $k_2 = 1,0 - 1,7$ );

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує зростання сили різання під час обробки  $k_3 = 1,0$ ,  $k_3 = 1,2$  обробка цільових і нецільових поверхонь;

$k_4$  – коефіцієнт, що ураховує дію сили затискача,  $k_4 = 1,2$ ;

$k_5 = 1,5$  – крапки контакту, якв розміщені невиразно;

$k_6$  – коефіцієнт, який ураховує тип привода пристосування  $k_6 = 1$   
 $k_6 = 1,2$ .

За вихідним даними умов ухвалюються коефіцієнти.

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 4,54.$$



Відповідно до коефіцієнт запасу має мати 2,5.  $k=4,54$ .

У пристосуванні із силовим механізмом 2 типу не виникає перерозподілу реакцій на опорних і затискних елементах,  $P_z = 526 \text{ H}$ ;  $M = 31,5 \text{ Нм}$ .

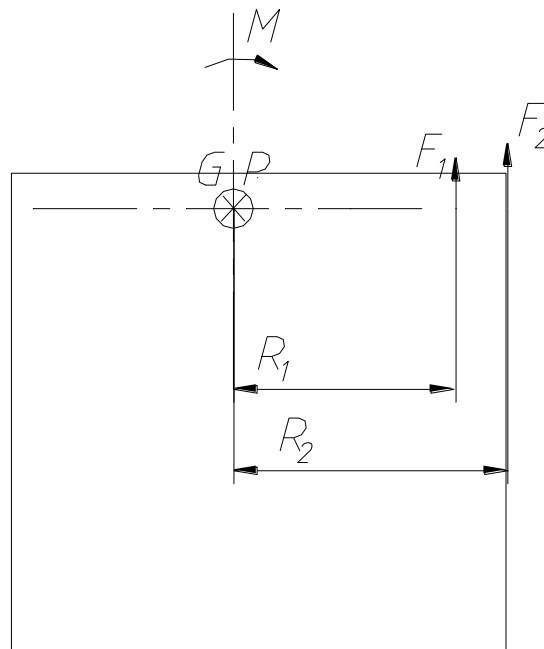


Рисунок 3.2 – Схема сил, що діють на блок циліндрів компресора при розточуванні циліндрів

Запишемо рівняння рівноваги для знаходження необхідної сили затискача блоку циліндрів компресора

$$F_1 \cdot R_1 + F_2 \cdot R_2 = (W + G + P) \cdot f_2 \cdot R_2 + W \cdot f_1 \cdot R_1 = kM; \quad (3.4)$$

Зневажаючи його вагою  $G$  і вертикальної складової сили різання  $P$ , одержимо

$$W = \frac{kM}{f_1 \cdot R_1 + f_2 \cdot R_2},$$

де  $R_1, R_2$  – радіуси тертя;

$f_1, f_2$  – коефіцієнти тертя.

Підставивши в залежності (3.4) числові значення вхідних у неї величин, розрахуємо необхідну силу затискача деталі в пристосуванні. При  $f = f_1 = f_2 = 0,16$ . Необхідна сила затискачів  $W$  рівна

$$W = \frac{4,54 \cdot 31,5}{0,16 \cdot (0,05 + 0,055)} = 8513 \text{ Н}.$$

Ухвалюємо силу затискачів деталі в пристосуванні  $W = 8513 \text{ Н}$  для подальших розрахунків. Оскільки на деталь впливають одночасно 2 гідравлічних циліндра прямої двосторонньої дії, те  $Q = W / 2 = 4257 \text{ Н}$ .

### **3.4 Визначення основних характеристик силового механізму пристосування**

По класифікації силові механізми пристосувань діляться на прості й комбіновані.

Простий механізм характеризується передатним відношенням сил, передатним відношенням переміщень, коефіцієнтом корисної дії, запасом самогальмування й запасом ходу.

Передатне відношення сил для одного циліндра

$$i = \frac{W}{Q} \geq 1, \quad (3.5)$$

де  $Q$  – сила, яка прикладається на провідному елементі механізму.

У спроектованому пристосуванні передатне відношення сил  $i = 1$ .

### **3.5 Конструювання й розрахунки привода**

Тиск рідини технічної в приводі отримаємо  $p = 10 \text{ Мпа}$ .

Розміри гідроциліндра розраховуємо

$$W = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P \cdot \eta, \quad (3.6)$$

де  $P$  – початковий тиск рідини робочої;

$\eta$  – ККД гідроциліндра,  $\eta = 0,92$ ;

$$D = \sqrt{4W / \pi \cdot P \cdot \eta},$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 4257 / 3,14 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0,92} = 24 \text{ мм.}$$

Звідси ухвалюємо для подальших розрахунків  $D = 25 \text{ мм}$ .

Розраховуємо час початку роботи гідроприводу по залежності

$$t = \frac{S_Q}{V_P} \cdot \left( \frac{D}{d_0} \right)^2. \quad (3.7)$$

Діаметр трубопроводу розраховуємо

$$d_0 = \sqrt{\frac{21,22 \cdot Q_H}{V_P}}, \quad (3.8)$$

де  $V_P = 1,5 \text{ м/с}$  – рух рідини у патрубку;

$Q_H = 0,005 \text{ дм}^3/\text{с}$  – продуктивність насоса.

Приймаємо умовний прохід  $d_0 = 4 \text{ мм}$ .

$$t = 0,01 / 1,5 \cdot \left( \frac{25}{4} \right)^2 = 0,26 \text{ с.}$$

Для серійного виробництва час затискача однієї деталі не повинне перевищувати 1,5 с.

Визначення необхідної товщини стінки циліндра виконується по формулі

$$\delta \geq \frac{D}{20} \cdot \sqrt{\frac{[G_p] + 1,2P_{\max}}{[G_p] - 1,2P_{\max}}}, \quad (3.11)$$

де  $[G_p]$  – допустиме напруження матеріалу циліндра на розтягання [11];

$P_{\max}$  – максимальний тиск у гідравлічній системі,

$$\delta \geq \frac{25}{20} \cdot \sqrt{\frac{100 + 1,2 \cdot 15}{100 - 1,2 \cdot 15}} = 1,5 \text{ мм.}$$

З розрахунку значення  $\delta$  уточнюється,  $\delta = 2$  мм.

Розрахуємо на міцність елементи гідроциліндра.

Напруги на штоку гідроциліндра [12]

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p], \quad (3.12)$$

$$\sigma = 4 \cdot 4257 / 3,14 \cdot 8^2 = 84,7 \text{ МПа} \leq [\sigma_p],$$

де  $[\sigma_p] = 100$  МПа – розтягання-стиск, що допускається напруга на.

Розрахуємо нарізне сполучення на міцність. Осьова реакція в штоку дорівнює силі фактичного затискача  $W$ . Довжина сполучного різьблення повинна бути не менш  $h$ . Оскільки шток виготовлено зі сталі 20Х, те  $[\tau_{cp}] = 120$  МПа .

Довжина різьблення  $h$  визначається рівнянням

$$h = \frac{W}{\pi \cdot d \cdot k_1 \cdot k_m \cdot [\tau_{cp}]}, \quad (3.13)$$

де  $d = 8$  мм – діаметр різьби;

$k_1 = 0,87$  – коефіцієнт повноти різьблення для трикутного профіля;

$k_m = 0,65$  – коефіцієнт різності розподілення напруги,

$$h = 4257 / 3,14 \cdot 8 \cdot 0,87 \cdot 0,65 \cdot 120 = 2,5 \text{ мм.}$$

Ухвалюємо  $h = 10$  мм, тому довжина різьблення повинна бути не менш 10 мм.

## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій

Динамічні властивості характеризують здатність автомобілів рухатися в різних умовах під дією прикладених сил, а також змінювати параметри й траєкторію свого руху. Динамічні властивості визначають маневреність автомобіля, що особливо важливо для руху в умовах напруженого міського транспортного потоку. Динамічні властивості проявляються при розгоні тіл і гальмуванні автомобіля у випадку руху як на прямолінійній ділянці шляху, так і на повороті.

Здатність автомобілів уписуватися в інтенсивний транспортний потік визначається їхніми динамічними властивостями.

Тому необхідно досліджувати й зробити оцінку потенційних динамічних можливостей автомобілів, що дозволить побільшати пропускну здатність автомобільних доріг в умовах напруженого транспортного потоку.

Динамічні властивості автомобіля проявляються при його русі, а також при русі окремих його частин під дією прикладених сил.

Якість будь-якої наземної колісної або гусеничної машини визначається сукупністю її споживчих і експлуатаційних властивостей:

динамічні або тягово – швидкісні; гальмові; керованість; стійкість; маневреність; плавність ходу; прохідність; паливна економічність; ергономічність; надійність; екологічна безпека; естетичність.

Перші сім властивостей ставиться до експлуатаційним, а інші – до споживчих. Удосконалювання цих властивостей уважалось й вважається однією з найважливіших завдань теорії й практики

З позиції динаміки всі експлуатаційні властивості автомобіля можна вважати динамічними, оскільки вони характеризують рух тіл, що входять в автомобіль під дією прикладених сил.

Динамічний фактор визначається з відомого співвідношення

$$D = \frac{P_K - P_W}{m_a \cdot g}, \quad (4.1)$$

де  $P_K$  – тягова сила на ведучих колесах автомобіля;

$P_W$  – сила аеродинамічного опору,

$$P_W = k \cdot F \cdot V_a^2 = C_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot V_a^2; \quad (4.2)$$

$k \cdot F$  – фактор опору повітря [16, 97] ( $k$  – коефіцієнт опору повітря,  $F$  – площа лобового перетину або мідель автомобіля в поперечній площині);

$C_x$  – коефіцієнт аеродинамічного опору [4, 5, 63, 65] (коефіцієнт обтічності);

$\rho$  – щільність повітря;

$m_a$  – загальна маса автомобіля;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$V_a$  – лінійна швидкість автомобіля, м/с.

Різний запис правої частини рівняння (1.2) викликана вдосконалюванням згодом методики визначення коефіцієнта опору повітря

$$k = C_x \cdot \frac{\rho}{2}. \quad (4.3)$$

визначенням корисної роботи, оскільки цикловий ККД машини або механізму визначається як

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{W_{\text{затр}}}, \quad (4.4)$$

де  $A_{\text{пол}}$  – корисна робота, виконувана машиною або механізмом за цикл;

$W_{\text{затр}}$  – витрачена за цикл енергія.

Лінійне прискорення автомобіля при розгоні було прийнято в якості показника динамічних властивостей автомобіля у перших працях по теорії автомобіля. Величина лінійного прискорення залежить від тягово - швидкісних властивостей автомобіля (питомої потужності автомобіля, передаточних чисел трансмісії, опору коченню коліс і аеродинамічного опору руху автомобіля), зчеплення ведучих коліс із дорогою й коефіцієнта використання зчїпної ваги автомобіля при розгоні, обумовленого наявністю ведучих і неведучих (відомих) осей.

Прискорення автомобіля при розгоні може бути визначене з наступного вираження:

$$\dot{V}_a = \frac{1}{\delta_{вр}} \left[ \frac{P_k}{m_a} - (f \pm i)g - \frac{C_x}{2} \rho \frac{F}{m_a} V_a^2 \right], \quad (4.5)$$

де  $\delta_{вр}$  - коефіцієнт, що враховує втрати потужності двигуна на розгін обертових мас двигуна й трансмісії;

$P_k$  - сумарна тягова сила на ведучих колесах автомобіля;

$m_a$  - загальна маса автомобіля;

$f ; i$  - величини коефіцієнта опору коченню й поздовжнього ухилу дороги;

$g$  - прискорення сили ваги,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$C_x$  - коефіцієнт аеродинамічного опору;

$\rho$  - щільність повітря;

$F$  - лобова площа (мідель) автомобіля;

$V_a$  - лінійна швидкість автомобіля.

## 4.2 Вплив аеродинаміки на тягову динамічність автомобіля

Аеродинаміка в значній мірі впливає на такі важливі показники автомобіля як: паливна економічність, динаміка, безпека, продуктивність,

екологічність, а також на рівень його споживчих якостей. Оскільки вплив аеродинаміки проявляється при високих швидкостях руху, то основна увага приділяється дослідженню й поліпшенню аеродинамічних характеристик швидкісних автотранспортних засобів.

На рисунку 1.1 зображений розподіл тиску повітря на автомобіль, що рухається. Червоному відповідають зони високого тиску, синьому – низького.

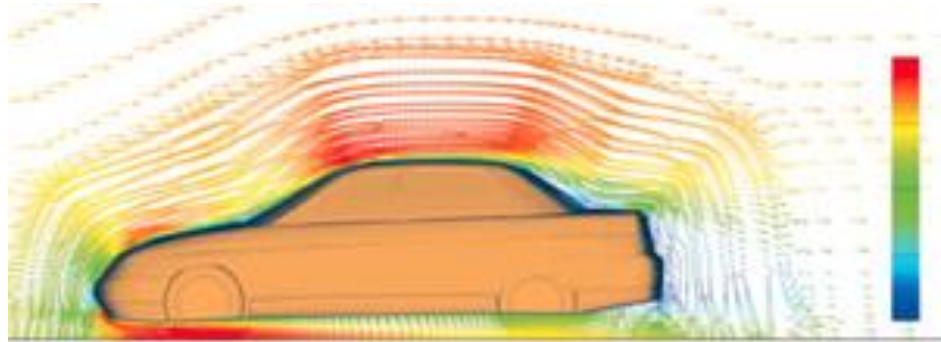


Рис. 4.1 Розподіл тиску повітря на автомобіль, що рухається

Визначення коефіцієнту ККД трансмісії, динамічного. Динамічний ККД трансмісії, миттєвий визначатимемо як співвідношення сили, потрібної на розгін розгону автомобіля, що рухається прямолінійно, автомобіля  $N_p$  до запасу потужності  $\Delta N_g$ , що обчислюється з обліком статичного ККД трансмісії  $\eta_{тр}^{стат}$ , т.е.

$$\eta_{тр}^{дин} = \frac{N_p}{\Delta N_g \cdot \eta_{тр}^{стат}} \quad (4.6)$$

Необхідно визначити силу на колесах, затрачувана для розгону

$$N_p \cdot \eta_{тр}^{общ} = m_a \dot{V}_a V_a = N_{pk}, \quad (4.7)$$

де  $V_a$  – лінійна швидкість автомобіля,

$\eta_{тр}^{общ}$  – загальний ККД трансмісії,



$N_{pk}$  – потужність на колесах, необхідна для здійснення розгону.

Динамічний ККД трансмісії являє собою величину, зворотну коефіцієнту обліку обертових мас

Динаміка автомобіля визначається

$$m_a \dot{V}_a = P_k - m_a m - k F V_a^2, \quad (4.8)$$

де  $P_k$  – тягова сила що приводиться до привідних коліс,

$$P_k = \frac{M_e U_{кп} U_0 \eta_{тп}^{стат}}{r_{\partial}} - I_{пр} \frac{\dot{V}_a}{r_{\partial}^2}, \quad (4.9)$$

$P$  – ефективний крутний момент на колінчатому валу двигуна,

$U$ ,  $U_0$  – передатні відносини коробки передач і головної передачі автомобіля,

$r_{\partial}$  – динамічний радіус коліс,

$I_{пр}$  – наведений до ведучих коліс момент інерції двигуна й трансмісії.

Наведений момент інерції, містить у собі два доданки – складові від мас пов'язані з колесами постійним і змінним передатними відносинами. У загальному виді можна записати

$$I_{пр} = I_{пр}^I + I_{пр}^{II} U_{кп}^2, \quad (4.10)$$

де  $I_{пр}^I$  – сумарний наведений момент інерції від мас пов'язаних з колесами постійним передатним відношенням,

$I_{пр}^{II}$  – момент інерції обертових мас двигуна й трансмісії, пов'язаних з колесами змінним передатним відношенням, змінюваним у коробці передач.

Очевидно, що коефіцієнт обліку обертових мас трансмісії й двигуна з вираження буде рівний

$$\delta 1 + \frac{I_{\text{пр}}^I + I_{\text{пр}}^{\text{II}} U_{\text{кп}}^2}{m_a \cdot r_{\text{д}}^2}, \quad (4.11)$$

а динамічний ККД трансмісії

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{дин}} = \frac{1}{1 + \frac{I_{\text{пр}}^I + I_{\text{пр}}^{\text{II}} U_{\text{кп}}^2}{m_a \cdot r_{\text{д}}^2}}. \quad (4.12)$$

Припустимо, що в ідеальному випадку, маючи автомобіль із безступінчастою трансмісією й двигуном працюючому при постійній кутовій швидкості, розгін буде здійснюватися за рахунок безступінчастого зменшення передаточного числа трансмісії. У цьому випадку  $I_{\text{пр}}^{\text{II}} = 0$  і вираження (4.12) прийме вид

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{дин}} = \frac{1}{1 + \frac{I_{\text{пр}}^I}{m_a \cdot r_{\text{д}}^2}}. \quad (4.13)$$

Порівнюючи вираження (4.12) і (4.13), можна зробити вивід про те, що при безступінчастій трансмісії динамічний ККД вище, що повинне забезпечувати більш високу динамічність автомобіля.

Досліджуємо вплив  $\eta_{\text{тр}}^{\text{дин}}$  на поведінку функції загального ККД автомобіля. На рис. 4.2 наведені графіки залежності  $\eta_{\text{авт}}(\eta_{\text{тр}}^{\text{дин}})$  при різних значеннях коефіцієнта  $K_{\text{дин}}$  автомобіля. З ростом  $K_{\text{дин}}$  відбувається збільшення  $\eta_{\text{авт}}$ , що також видно аналізу залежності (4.2). На кривих часто проглядається максимум, крапка якого визначається відомим методом крапки екстремума.

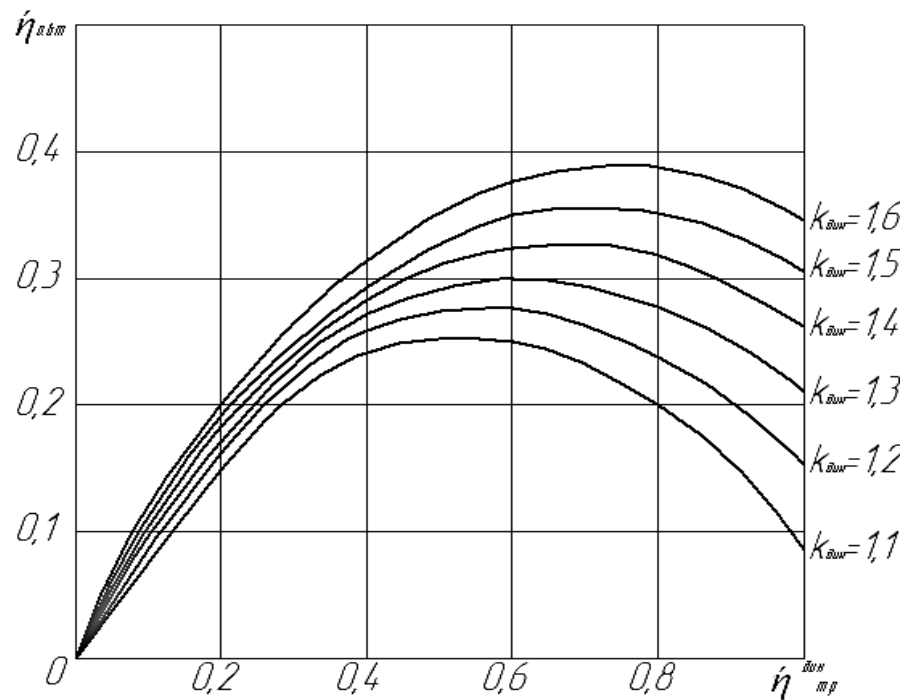


Рисунок 4.2 – Залежність ККД автомобіля від динамічного ККД трансмісії при різних значеннях коефіцієнта динамічності

Для автомобілів експериментального визначення коефіцієнта лобового аеродинамічного опору  $C_x$  здійснюється в аеродинамічних трубах при постійній швидкості повітряного потоку. Значення  $C_x$  ухвалюються постійними, одержимо поширення методу дорожніх випробувань, засновані на використанні вибігу автомобіля для визначення сил опору руху. Недоліком відомих досліджень було те, що прискорення, що виникають при вибігу, визначалися непрямими змінами, це приводило до значних погрешностей.

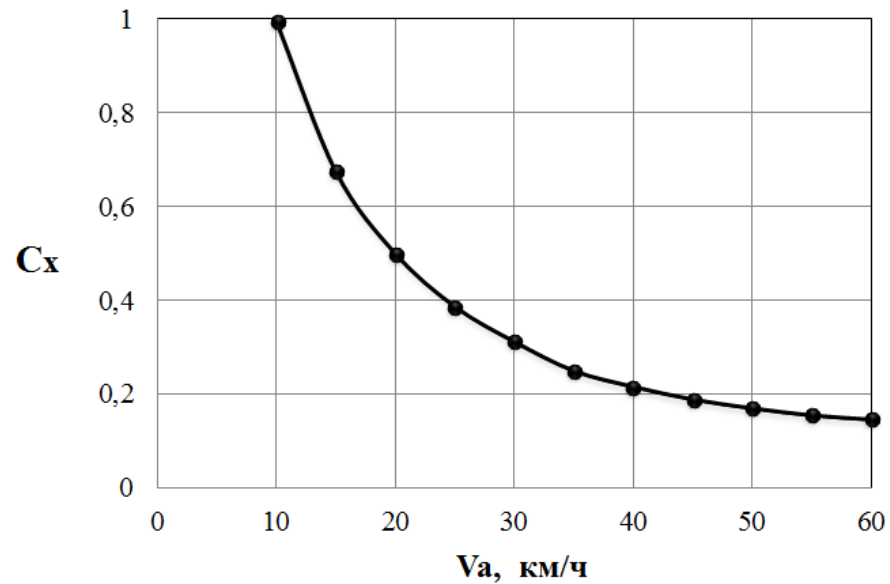
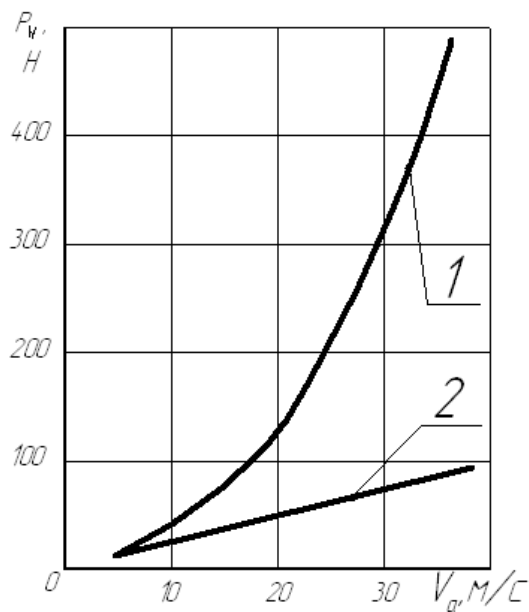


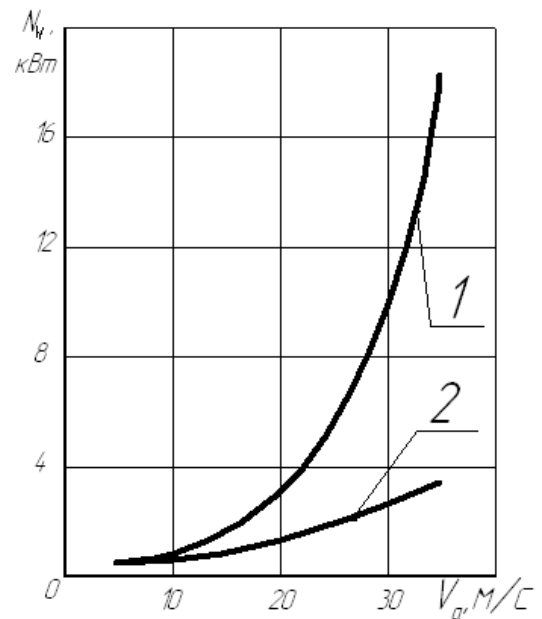
Рисунок 4.2 – Експериментальна залежність  $C_x(V_a)$  для автомобіля КамАЗ-740

Розрахунки параметрів аеродинамічного опору руху автомобіля КамАЗ-740.

$V_a$ , м/с	5	10	15	20	25	30	35
$P_w$ , Н	10,05	40,22	90,50	160,89	250,80	362,00	492,72
$N_w$ , Вт	50,28	402,22	1357,4	3217,7	6269,9	10859,94	17244,59
$P_w$ , Н	14,50	26,78	38,35	49,47	60,27	70,83	81,18
$N_w$ , Вт	72,52	267,83	575,3	989,46	1507,14	2124,67	2841,57
$\Delta N_w$ , Вт	-22,24	134,39	782,2	2228,3	4762,76	8735,27	14403,02



а)



б)

Рисунок 4.3 – Графік залежностей а)  $P_w(V_a)$  і б)  $N_w(V_a)$

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **5.1 Основні положення про охорону праці**

Охорона праці – система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людину в процесі праці.

Систему організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають виробничий травматизм, називають технікою безпеки.

Систему організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів і засобів, що запобігають захворюваність працюючих, називають виробничою санітарією.

Основним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України “Про охорону праці”, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації незалежно від форм власності й видів їх діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також притягнуті до праці на цих підприємствах. Цей закон регулює участь відповідних державних органів у відносинах між власником підприємства, установи й організації або уповноваженим їм органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці й виробничого середовища й установлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

У даному законі передбачена нова система фінансування охорони праці, формування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань.

### **5.2 Промислова санітарія**

Промислова санітарія – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працівників шкідливих виробничих факторів. До промислової санітарії ставляться: гігієна

праці (область профілактичної медицини), що вивчає умови збереження здоров'я на виробництві, і санітарна техніка (пристрою вентиляції, опалення, кондиціонування повітря, тепло- і газопостачання, водопостачання й каналізація, очищення й нейтралізація викидів шкідливих речовин в атмосферу й водойми, висвітлення).

Норми по промисловій санітарії визначають пристроєм виробничих і побутових приміщень, робочих місць відповідно до фізіології й з гігієною праці, а також безпечні межі змісту в повітрі виробничих приміщень пили, газів і ін.

Одне з основних заходів щодо забезпечення безпеки праці – обов'язковий інструктаж знову прийнятих на роботу й періодичний інструктаж усіх працівників підприємства. Знову прийнятих на роботу знайомлять із основними положеннями по охороні праці, правилами внутрішнього розпорядку, протипожежними правилами й особливостями роботи підприємства, обов'язками працівників по дотриманню правил техніки безпеки й виробничої санітарії, порядком руху на підприємстві, засобами захисту працюючих і способами надання долікарської допомоги потерпілим.

У моторному цеху проводиться розбирання двигунів, дефектація й відновлення деталей, складання, обкатування й фарбування двигунів.

Шкідливими фізичними факторами є:

- високий рівень виробничого шуму й вібрації;
- підвищена концентрація пар палива;
- недостатня освітленість робочої зони;
- відхилення від норм температури повітря.

Правила й норми по виробничій санітарії необхідно дотримувати як при проектуванні, так і при експлуатації промислових об'єктів і встаткування.

Однією з необхідних умов здоровішої й високопродуктивної праці є усунення впливу надлишкової теплоти, шуму й вібрації. Пил утворюється при дробленні, розмелі, транспортуванні здрібненого матеріалу, при механічній обробці й обробці поверхонь. Також виникає вторинне пилоутворення при збиранні приміщень, русі людей і т.д.

Усі шкідливі, небезпечні й пожежобезпечні виробничі фактори наведено в таблиці 5.1 (додатки).

Необхідний стан повітря робочої зони забезпечується за рахунок виконання ряду заходів:

- механізація виробничих процесів;
- застосування технологічного встаткування, що виключає утворення шкідливих речовин;
- пристрій вентиляції в зоні утворення шкідливих газів;
- застосування засобів індивідуального захисту.

Для поліпшення освітлювальної системи проводиться ряд заходів:

- забезпечення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні;
- установлення постійної в часі освітленості;
- установлення оптимальної спрямованості світлового потоку.

### **5.3 Техніка безпеки**

Техніка безпеки – система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів.

Організація робочого місця, його розміри й взаємне розташування елементів, повинні відповідати фізіологічним і фізичним характеристикам людини, а також характеру роботи.

Устаткування встановлюється згідно з вимогами стандартів на робочому місці для розбирання, відновлення й складання двигунів:

- вживають заходів по запобіганню поранень і порізів гострими крайками деталей;
- встановлюють захисні огороження;
- застосовують контейнери для укладання деталей;
- при переміщенні деталей не допускають перекосу;
- у процесі шліфування деталей застосовують козирки й кожухи;
- працювати дозволяється тільки в спецодязі з окулярами для захисту очей.

Для виконання оперативної роботи робочі місця забезпечуються комплектами справного інструмента, безпечними швидкодіючими пристосуваннями й відповідними підйомно-транспортними пристроями, що полегшують праця робітників при обслуговуванні верстатів, що й усувають небезпека травмування.

На робочому місці необхідно передбачати допоміжні пристрої для зручного й безпечного розташування, зберігання й переміщення заготовок, готових виробів, інструмента, пристосувань і т.п.

Для зберігання інструментів і пристосувань на робочому місці верстатника передбачаються спеціальні шафи.

Відходи виробництва (стружка, обрізки матеріалу) повинні систематично вбиратися з робочого місця. Робоче місце не слід перевантажувати заготовками й готовими виробами. Подача заготовок на робоче місце й видалення готових виробів повинні відповідати темпу роботи.

#### **5.4 Пожежна безпека**

Пожежна безпека означає стан об'єкта, при якому виключається можливість загоряння й пожежі, а у випадку його виникнення виключається вплив на людей небезпечних факторів пожежі й забезпечується захист матеріальних цінностей.

Відстань від найбільш вилученого робочого місця до виходу назовні у виробничому приміщенні ухвалюють залежно від категорії пожежної небезпеки виробництва й ступені вогнестійкості будинку.

Сумарна ширина дверей коридорів або проходів на шляхах евакуації ухвалюється 0,6 м. Граничну ширину проходів ухвалюють 1 м, коридорів – 1,4 м, дверей – 0,8 м. Висота дверей становить не менш 2 м. Двері, призначені для евакуації, відкриваються по напрямкові виходу з будинку.

Кількість евакуаційних виходів з виробничого будинку ухвалюються не менш двох.

Для запобігання пожежі на виробничих ділянках використовують:

- установку протипожежних дверей і воріт;



- забезпечення необхідної відстані між будинками з урахуванням під'їзних шляхів для пожежних машин;
- установку протипожежних щитів і ємностей з піском;
- проведення протипожежних кранів для гасіння пожеж;
- застосування централізованої системи оповіщення;
- систему автоматичного пожежогасіння.

### **5.5 Охорона навколишнього середовища**

Як навколишнє середовище впливає на виробництво, так і виробництво впливає на навколишнє середовище: шкідливі фактори виробництва забруднюють її. Так, наприклад, зливши охолодної емульсії, залишки стружки й металу, зливши брудної води й залишки хімічних рідин. Для запобігання шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище застосовують наступні методи:

- озеленення зони навколо ділянки;
- установка спеціальних фільтрів;
- вторинна переробка шкідливих речовин;
- використання спеціальних ям для відстою шкідливих речовин;
- проведення щомісячного збирання робочої зони й території, що прилягає до ділянки;
- використання менш шкідливих матеріалів для забезпечення техпроцесу відновлення деталей;
- відправлення на переплавлення стружки й залишків металу.

### **5.6 Розрахунки освітленості робочого місця**

Раціональне висвітлення робочого місця є одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність трудової діяльності людини професійні захворювання, що попереджають травматизм і. Правильно організоване висвітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Висвітлення на робочому місці повинне

бути таким, щоб працівник міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стомлюваність органів зору залежить від ряду причин:

- недостатність освітленості;
- надмірна освітленість;
- неправильний напрямок світла.

Недостатність висвітлення приводить до напруги зору, послабляє увага, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве висвітлення викликає осліплення, роздратування й різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого. Усі ці причини можуть привести до нещасному випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунки освітленості.

Природне висвітлення обумовлене прямими сонячними променями й розсіяним світлом небозводу. Хвється залежно від географічної широти, часу доби, ступені хмарності, прозорості атмосфери. По пристрою розрізняють бічне, верхнє й комбіноване природне висвітлення.

Штучне висвітлення створюється штучними джерелами світла (лампа розжарювання і т.д.). Застосовується при відсутності або недоліку природнього висвітлення. По призначенню буває: робочим, аварійним, евакуаційним, охоронним, черговим. По пристрою буває: місцевим, загальним, комбінованим. Улаштувати одне місцеве висвітлення не можна.

Раціональне штучне висвітлення повинне забезпечувати нормальні умови для роботи при припустимій витраті засобів, матеріалів і електроенергії.

За недостатності природнього висвітлення використовується сполучене (комбіноване) висвітлення. Останнє являє собою висвітлення, при якому у світлий час доби використовується одночасно природнє й штучне світло.

Розрахунки освітленості робочого місця зводиться до вибору системи висвітлення, визначенню необхідного числа світильників, їх типу й розміщення в процесі роботи в таких умовах, коли природнє висвітлення недостатнє або відсутнє. Розрахунки освітленості проводиться для моторного цеху, у якому природнє висвітлення частково присутнє. Виходячи із цього, розрахуємо параметри штучного висвітлення.

Штучне висвітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп розжарювання й люхвесцентних ламп. Будемо використовувати люхвесцентні лампи, які в порівнянні з лампами розжарювання мають істотні переваги:

- по спектральному составу світла вони близькі до денного, природнього висвітленню;
- мають більш високий ККД (в 1.5-2 рази вище, чим ККД ламп розжарювання);
- мають підвищену світловіддачу (в 3-4 рази вище, чим у ламп розжарювання);
- більш тривалий терхв служби.

Розрахунки висвітлення проводиться для приміщення площею 240 м<sup>2</sup>, ширина якого 12 м, довжина 20 м, висота 8 м. Скористаємося методом світлового потоку.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі [6]:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \quad (5.1)$$

де F – світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована хвімальна освітленість, Лк (визначається по таблиці згідно СНиП II 4-79). Відповідно до цієї таблиці, для людей, робота яких ставиться до розряду точних робіт, хвімальна освітленість буде E = 300 Лк при газорозрядних лампах;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S = 240 м<sup>2</sup>);

Z – коефіцієнт хвімальної освітленості, дорівнює відношенню середньої освітленості до хвімальної (звичайно ухвалюється 1.1-1.2, нехай Z = 1.1);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку K = 1.5);

$n$  – коефіцієнт використання (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ( $R_c$ ) і стелі ( $R_p$ )). Значення коефіцієнтів  $R_c$  і  $R_p$  визначимо по таблиці залежностей коефіцієнтів відбиття від характеру поверхні:  $R_c=30\%$ ,  $R_p=50\%$ . Значення  $n$  визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників.

Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.2)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $S = 240 \text{ м}^2$ ;

$h$  – розрахункова висота підвісу,  $h = 8 \text{ м}$ ;

$A$  – ширина приміщення,  $A = 12 \text{ м}$ ;

$U$  – довжина приміщення,  $B = 20 \text{ м}$ .

Підставивши значення, одержимо

$$I = \frac{240}{8 \cdot (12 + 20)} = 0,94.$$

Знаючи індекс приміщення  $I$ ,  $R_c$  і  $R_p$ , по таблиці знаходимо  $n = 0.43$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 240 \cdot 1,1}{0,43} = 276279,1 \text{ Лм}.$$

Для висвітлення вибираємо люхвесцентні лампи типу ЛБ40, світловий потік яких  $F_{л} = 3000 \text{ Лм}$ .

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі

$$N = \frac{F}{F_l}, \quad (5.3)$$

де  $N$  – обумовлене число ламп;

$F$  – світловий потік;

$F_{\text{л}}$  – світловий потік лампи.

$$N = \frac{276279,1}{3000} = 92 \text{ шт.}$$

При виборі освітлювальних приладів використовуємо світильники типу ОДР. Кожний світильник комплектується двома лампами. Звідси загальна кількість світильників ухвалюємо 46. Розміщаються світильники у два ряди, по двадцять три штуки в кожному ряді.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовані основні дефекти блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740, причини їх виникнення, наслідку для роздавальної коробки в цілому. Установлене, що найбільш характерними дефектами блоку циліндрів компресора є: тріщина на картері, деформація площини рознімання; зношування дзеркала циліндрів, зривши різьблення в 2-х кріпильних отворах М8-6Н, отворі з різьбленням КГ3/8" і 8-мі отворах М8-6Н на площині рознімання.

2. Розроблений удосконалений технологічний процес відновлення блоку циліндрів компресора двигуна КамАЗ-740 на основі застосування сучасних технологій наплавлення й різального інструменту при механічній обробці.

3. Підібране необхідне ремонтно-технологічне встаткування й оснащення, розраховане пристосування з гідравлічним приводом для закріплення блоку циліндрів компресора при розточуванні отворів.

4. Згідно із проведеним розрахунками кількості встаткування й числа виробничих робітників, необхідних для відновлення блоку циліндрів компресора двигунів КамАЗ-740, їх кількість відповідно 14 одиниць і 10 людей.

5. Розроблені заходи для виконання техніки безпеки та проведено розрахунки громозахисту будинку й діаметра круглого дефлектора.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Шадричев В.А. Основи технології автобудування й ремонт автомобілів. – М: Машинобудування, 1976. – 560 с.
2. Вишняків Н.Н, Вахламов В.К. і ін. Автомобіль: основи конструкції. Підручник для вузів за фахом «Автомобілі й автомобільне господарство». – М: Машинобудування, 1986. – 304с.
3. Есенберлин Р.Е. Капітальний ремонт автомобілів. – М.: Транспорт, 1989. – 343 с.
4. Розмірний аналіз обробки основних отворів корпусних деталей: навчальний посібник / В.Б. Грахов, В.Б. Федоров. – Єкатеринбург. 2005. – 31 с.
5. Грачов Л.Н. і ін. Автоматизовані ділянки для точної розмірної обробки деталей. – М.:Машинобудування, 1981, – 240 с.
6. Біляків Н.В. Алгоритм формування маршруту обробки типових компонентів деталей машин // Молодь і наука на порозі 3 тисячоріччя. Мозир: МШИ ім. Н. К. Крупской, 2001. – С. 5-9.
7. Біляків Н.В., Махаринский Е.І., Махаринский Ю.Е. Синтез схем установки заготовок корпусних деталей машин // Машинобудування: Сб. наугод. тр. Вып. 18. Хвськ: УП " Техно-Принт", 2002. – С. 98-104.
8. Довідник технолога авторемонтного виробництва. Під ред. Малишева Г.А., – М.: Транспорт, 1977. – 432 с.
9. Довідник технолога-машинобудівника: 2 том / Під ред. Г.А.Косилової і Р.К. Мещерякова – М.: Машинобудування, 1985. – 496 с.
10. Силантьєва Н.А., Малиновський В.Р. Технічне нормування праці в машинобудуванні. - М.: Машинобудування, 1981. – 184 с.
11. Арсенов М.А. Пристосування для металорізальних верстатів. Ленінград: Машинобудування, 1975 – 656 с.
12. Корсаків В.С. Основи конструювання пристосувань: підручник для Вузів – М.: Машинобудування, 1983. – 277с.

13. Разумов І.М., Глагольєва Л.А., Ипатов М.І., Ермилов В.П. Організація, планування й керування підприємством машинобудування. М.: «Машинобудування», 1982. – 544 с.
14. Бортницький П.І. Охорона праці на автомобільному транспорті. Київ: Вища школа, 1988. – 263 с.
15. Салов А.І. Охорона праці на підприємствах автомобільного транспорту. М.: Транспорт, 1985. – 351с.
16. Ковалів Ю.М. Охорона праці на підприємствах автомобільного транспорту: Довідник. – М.: Транспорт, 1986. – 272 с.
17. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню технологічних розробок у дипломних проектах за технологією машинобудування й ремонту машин для студентів спеціальностей 7.090214, 7.090258 / М.А. Подригало, Б.В. Савченков, В.Г. Сословський, Ю.В. Дудукалов, В.А. Цыбульський. – Харків: ХНАДУ, 2002. – 42 с.