

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до магістерської роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *магістр*

спеціальності *131 прикладна механіка*  
спеціалізації *технології машинобудування*

на тему **«Розробка технологічного процесу виготовлення деталі (шестерні  
НП 24.02), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню»**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТОМ-17дм

Парамонов Д.О.

(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Алтухов В.М.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент Боровік П.В.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 122 с., 24 табл., 12 рис., 6 дод., 24 джерел.

Розробка технологічного процесу виготовлення деталі (шестерні НП 24.02), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню»

Проведено критичний аналіз норм точності деталі й аналіз на технологічність. Розглянуті два варіанти отримання заготовок й вибрано оптимальний. Розраховані режими різання й проведено нормування операцій. Спроектовано ділянку механічної обробки. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

## ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі.....	A1
Креслення заготовки.....	A2
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Пристосування верстатне.....	A1
Пристосування контрольне.....	2A1
<u>Проект ділянки.....</u>	<u>A1</u>
Усього в листах формату A1.....	7

Комплект технологічної документації на 25 сторінках.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП .....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	7
1.1 Службове призначення деталі .....	7
1.2 Аналіз властивостей матеріалу деталі .....	8
1.3 Вибір типу виробництва .....	11
1.4 Аналіз відповідності технічних вимог та норм точності службового призначення деталі.....	11
1.5 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	14
1.6 Вибір заготівлі.....	15
1.7 Обґрунтування вибору технологічних баз і встановлення послідовності обробки поверхонь.....	25
1.8 Вибір способів обробки поверхонь.....	28
1.9 Визначення міжопераційних припусків і допусків.....	30
1.10 Формування операційного технологічного процесу .....	34
1.11 Нормування операцій.....	40
1.12 Технологічні параметри верстата.....	50
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	55
2.1 Проектування зубофрезерного пристосування.....	55
2.2 Проектування контрольного пристосування.....	58
3. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА.....	60
3.1 Побудова графіка завантаження обладнання.....	60
3.2 Визначення технологічного циклу виготовлення партії лінії.....	60
3.3 Організація обслуговування робочих місць на ділянці.....	62
3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників цеху.....	66
3.5 Вибір і обґрунтування основними характеристиками виробничої будівлі.....	68
3.6 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання.....	69
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	73

	4
4.1 Калькуляція собівартості деталі.....	73
4.2 Розрахунок економічної ефективності проекту.....	81
4.3 Техніко-економічні показники роботи ділянки.....	81
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	83
5.1 Характеристика шкідливих і небезпечних факторів проектованої ділянки.....	83
5.2 Санітарно - гігієнічні заходи.....	87
5.3 Заходи з техніки безпеки.....	89
5.4 Протипожежні заходи.....	92
6. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	94
7. ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.....	101
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	107
ДОДАТОК А. Деталь.....	111
ДОДАТОК Б. Заготовка.....	112
ДОДАТОК В. Розрахунково-технологічна карта наладки.....	113
ДОДАТОК Г. Пристосування верстатне.....	114
ДОДАТОК Д. Пристосування контрольне.....	117
ДОДАТОК.Е. Проект ділянки.....	122

## **СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ**

НВ – твердість по Бринелю.

НРС – твердість по Роквеллу.

РТК – розрахунково-технологічна карта.

ІТР – інженерно-технічні робітники.

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина.

ЛКМ – литі композиційні матеріали.

НС – надзвичайна ситуація.

ТБ – техніка безпеки.

## ВСТУП

Машинобудування є однією з найважливіших галузей в промисловому комплексі держави. Для народного господарства необхідно збільшення випуску продукції машинобудування і підвищення її якості. Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкції машин, але і безперервному вдосконаленню технології їх виробництва. Важливо якісно, економічно і в задані терміни з мінімальними витратами виготовити будь-яку машину або деталь.

Розвиток нових прогресивних технологічних процесів обробки сприяє конструюванню більш сучасних машин і механізмів, і зниження їх собівартості. Актуальним завданням є підвищення якості машин і в першу чергу, їх точності. Забезпечення заданої точності при найменших витратах - основне завдання при розробці технологічних процесів.

У випускній кваліфікаційній роботі відповідно до завдання передбачається проектування ділянки механічної обробки деталей транспортних двигунів з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі «Шестерня», проектування верстатного і контрольного пристосувань, а також розрахунок техніко-економічних показників роботи ділянки і їх порівняння з базовим варіантом.

## 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Службове призначення деталі

Деталь шестерня є деталлю транспортного двигуна, яка передає обертання на зубчасте колесо насоса. Масляний насос призначений для подачі мастильного матеріалу під тиском 0,6 МПа до поверхонь, що труться коронних і шатунних підшипників, підшипників розподільного валу, а також поршневих пальців. Насос повинен забезпечити подачу масла не менше 20 л/хв при частоті обертання другого ступеня насоса  $30 \text{ с}^{-1}$ .

На рис. 1.1 наведено ескіз деталі з нумерацією поверхонь.

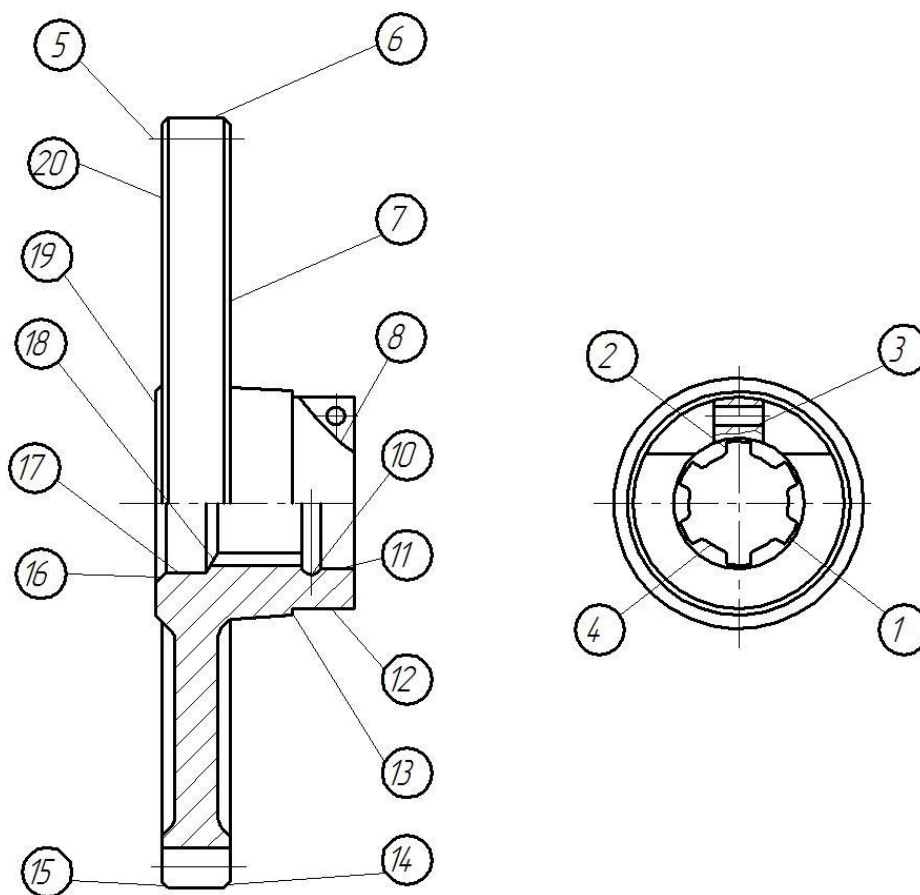


Рисунок 1.1 - Ескіз деталі шестерня

Виконавчої поверхнею деталі є евольвента, бокова поверхня зубу 5, за допомогою якої шестерня здійснює передачу крутного моменту на другу сходинку насосу. Шестерня встановлена на шлицевому валику насосу. Центрування шестерні на валу здійснено по зовнішньому діаметру  $\varnothing 20 + 0,084$  (поверхня 1 на рисунку 1). Шестерня блокується від довільного зміщення на валу за допомогою дроту, протягнутого через отвір маточини 3. Таким чином циліндрична поверхня 1 і бокова поверхня шлиців 2 утворюють неповний комплект основних конструкторських баз установча-подвійна опорна (відношення довжини отвору, що центрує елементу L до його діаметру D становить  $L / D < 1$ ).

Інші поверхні на рисунку 1.1 є вільними.

## **1.2 Аналіз властивостей матеріалу деталі**

Аналізуємо задані властивості матеріалу деталі.

З цією метою досліджуємо механічні, фізичні та хімічні властивості матеріалу деталі і заготовки. Поверхні шестерні піддаються під вплив питомих тисків і ударних навантажень.

Матеріал деталі відповідно повинен мати високу міцність, в'язкість серцевини, мати високу твердість, щоб протистояти зносу. Матеріал повинен мати однорідну структуру, яка сприяє стабільності розмірів після термічної обробки. Наявність легуючих елементів збільшує глибину прожарювання сталі і знижує її можливі деформації.

Зазначеним вимогам повністю задовольняє матеріал деталі – сталь 25ХГТ ГОСТ 4543 -71. Сталь 25ХГТ – середньолегованих, відноситься до групи цементованих сталей, що застосовується в якості матеріалу навантажених зубчастих коліс з твердістю робочих поверхонь зубів більше 59 HRC [1]. Нижче наведені основні характеристики матеріалу деталі

Дані про хімічний склад сталі 25ХГТ ГОСТ 4543 - 71 по [2] в табл. 1.



Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 25ХГТ

Хімічний елемент	С	Si	Mn	Cr	Ti	P	S	Cu	Ni
						не більше %			
Зміст, в %	0,22-0,29	0,17-0,37	0,80-1,10	1,00-1,30	0,03-0,09	0,035	0,035	0,3	0,3

Шестерня для забезпечення заданої твердості поверхні зубів повинна піддаватися термічній обробці. Найбільш прийнятним буде цементация і поверхневий гартування зубів, який забезпечить в'язку серцевини деталі і виключить її викривлення, що виникає при нагріванні і охолодженні деталі. Згідно [2] рекомендована глибина зміцнення залежить від модуля зубчастого колеса і для  $m = 3$  мм складає  $h = 0,7 \dots 0,8$  мм. Після цементации і гартування, коли в заготовці зберігається залишковий аустеніт, а значить, може виникати нестабільність розмірів. Щоб уникнути тріщини при зубошліфуванні, зубчасті колеса повинні бути добре відпущені.

Для подрібнення структури і зменшення деформації при подальшій термічній обробці заготовку після пластичної деформації необхідно піддати нормалізації.

Зводимо дані про фізико-механічні властивості сталі 25ХГТ ГОСТ 4543 - 71 по [3] в таблицю 2. Після цементации виробляємо загартування ТВЧ, що охолоджуюча середа - емульсія 10-15% концентрації, масло індустріальне 20. Відпускання проводимо в масляній електрованні; температура  $190 \pm 10^\circ$ , час витримки – дві години. У табл. 1.2 наведені фізико-механічні властивості сталі 25ХГТ в стані поставки і після проведення термічної обробки зубчастого вінця.

Примітка: Фізико-механічні властивості для нормалізованих зразків із заводських даних

Таблиця 1.2 - Фізико-механічні властивості сталі 25ХГТ

Стан постачання і термічна Обробка	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСИ Дж/см	Твердість	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
	не менше						
Нормалізація 940о - 960оС, повітря; отпуск 640о -660оС, повітря Зразки $\varnothing$ 130 мм.	970	1100	14	-	-	HRCэ 18...24	7800
Цементация 920о - 950оС, повітря; гарт 840о - 860оС, масло; отпуск 190о - 210оС, повітря	1100	1500	10	-	60	Поверхні HRCэ не більше 57 - 63	7800

Зводимо дані про технологічні властивості сталі 25ХГТ ГОСТ 4543 -71 по [2] в табл.1.3.

Таблиця 1.3 - Технологічні властивості сталі 25ХГТ

Властивості	Характеристика
Температура кування	початку – 1220оС кінця – 800оС
Схильність до відпускнуї крихкості	схильна
Флокеночутливість	чутлива при розмірах деталі більше 100 мм
Оброблюваність різанням	після нормалізації при HB 156...159; $\sigma_B=530$ МПа; $K_{VT}=1,1$ ; $K_{V\delta}=1,0$

Рекомендовані замітники сталі 25ХГТ по [2] - сталі 18ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ.

### 1.3 Вибір типу виробництва

На основі річної програми випуску  $N = 5200$  шт / рік і маси деталі  $m_d = 1,003$  кг беремо, що кількісний випуск деталей в рік дозволяє віднести випуск деталі шестерня до [3] середньосерійному типу виробництва.

Наведемо коротку характеристику середньосерійного типу виробництва:

- номенклатура виборів, що виготовляються є широкою
- вироби виготовляються партіями, які періодично повторюються;
- застосовується універсальне обладнання та устаткування з ЧПУ;
- застосовується уніфіковане оснащення і універсальні складальні пристосування;
- ріжучий інструмент універсальний і рідше спеціалізований;
- кваліфікація робочих нижче, ніж у робочих одиничного і дрібносерійного типів виробництва;
- за обладнанням закріплюється обмежена кількість деталь-операцій;
- обладнання розташовується по групах для обробки конструктивно і технологічно однорідних деталей;
- переважно застосовується паралельно-послідовний вид руху предмета праці в ході виробництва;
- форма організації виробничого процесу - предметна, групова, гнучка предметна.

### 1.4 Аналіз відповідності технічних вимог та норм точності службового призначення деталі

#### *Якісний аналіз*

На першому етапі виконуємо оцінку технічних вимог і норм точності з якісної сторони. Для цього перевіряємо правильність формулювання технічних вимог, правильність завдання розмірних зв'язків між поверхнями

деталі, наявності необхідних розмірів, форму завдання допусків, достатність технічних вимог і норм точності. До комплекту основних баз ставляться такі вимоги:

- точність центруючого діаметра  $\varnothing 20$  - по 10 квалітету;
- ширина шліцевого паза шириною 4 мм - по 11 квалітету
- точність відносного розташування поверхонь і допуски форми лежать в межах поля допуску на відповідні розміри.

На другому етапі аналізуємо кількісне значення заданих допусків. Для цього шорсткість поверхні перевіряємо виходячи з рекомендацій для нормального рівня геометричній точності, для якого має бути витримано співвідношення

$$Ra \leq 0,05 \cdot T, \quad (1.1)$$

де  $Ra$  – середнє арифметичне відхилення висоти мікронерівностей поверхні, мкм;

$T$  – допуск на розмір відповідної поверхні.

На кресленні деталі на діаметр, що центрує, вказана шорсткість по параметру  $Rz$  не більше 20 мкм, що приблизно відповідає шорсткості по параметру  $Ra$  не більше 5 мкм. Перевірка показує, що шорсткість розглянутої поверхні не повинна перевищувати:

$$Ra = 0,05 \cdot T = 0,05 \cdot 84 = 4,2 \text{ мкм}. \quad (1.2)$$

Приймаємо шорсткість з нормального ряду для поверхні 1:

$$Ra = 3,2 \text{ мкм}. \quad (1.3)$$

До виконавчої поверхні згідно з кресленням, висуваються такі вимоги:

- точність виконання зубчастого вінця 9-В, що означає: 9-ту ступінь точності згідно з кінематичної точності, 9-ту ступінь точності згідно з плавності роботи, 9-ту ступінь точності згідно з прямою контакту; вид сполучення В вказує на величину мінімального гарантованого бічного зазору (нормальний бічний зазор).

- величина довжини загальної нормалі.

Вимоги до вільних поверхонь обумовлені дотриманням необхідних зазорів (торцеве биття поверхонь 7 і 20 щодо осі діаметру центрування 1 не більше 0,4 мм) і необхідністю врівноваженого обертання (радіальне биття поверхні вершин зубчастого вінця щодо осі діаметра центрування 1 не більше 0,16 мм).

Для невказаних відхилень вільних розмірів на кресленні зазначено вимогу щодо 14 квалітету. Згідно з вимогами міждержавного стандарту ГОСТ 30893.1-2002 (ІСО 2768-1-89) ці допуски відносяться до категорії загальних допусків і на кресленні має бути зазначено таку вимогу "Загальні допуски ГОСТ 30893.2-тк" або "ГОСТ 30893.2-тк" (т - клас точності "середній" загальних допусків лінійних розмірів по ГОСТ 30893.1, К - клас точності загальних допусків форми і розташування за цим стандартом), що означає, що загальний допуск встановлений по класу точності, що характеризує рівень звичайної виробничої точності, що досягається без застосування додаткової обробки підвищеної точності. Клас точності т приблизно відповідає 14 квалітету невказаних допусків лінійних розмірів на кресленні деталі, а клас точності допусків форми і розташування до нормального рівня геометричній точності.

Застосування загальних допусків дозволяє виключити детальні розрахунки допусків; досить тільки знати, що допуск, виходячи з функціонального призначення деталі, більше спільного допуску або дорівнює йому. Креслення чітко показують, які елементи можуть бути виготовлені при звичайних можливостях процесу, що полегшує управління якістю, завдяки зниженню рівню контролю цих елементів;

Контролювати розміри із загальними допусками необхідно вибірково, щоб переконатися, що звичайна виробнича точність не відхиляється від встановленої спочатку.

### **1.5 Аналіз технологічності конструкції деталі**

Аналізуємо конструкцію деталі на технологічність з позиції отримання заготовки та її подальшої механічної обробки.

Вимоги до технологічності конструкції деталі згідно ГОСТ 14.204-73 наступні:

Виходячи з матеріалу деталі сталь 25 ХГТ, визначаємо види поставки напівфабрикату. Згідно [1] сталь 25 ХГТ поставляються у вигляді кола, квадрата, шестикутника і смуги. З огляду на осесиметричну конфігурацію деталі, для отримання шестерні найбільш відповідним варіантом в якості вихідної заготовки може бути коло гарячекатане, каліброване або коване. Вихідною заготовкою для механічної обробки може бути безпосередньо коло або отримана з нього методом пластичного деформування штампована заготовка. Розміри шліцевого отвору натомість не дозволяють отримати прошивкою попередній отвір.

З точки зору механічної обробки наявність зубів вимагає для їх отримання методів обробки невеликої продуктивності як на етапі отримання зубів (фрезерування або зубофрезерування) так і на етапі їх чистової обробки (зубошліфування і зубошевінгування). З огляду на модуль зубів  $m = 3$  мм зубофрезерування треба виробляти за два проходи.

Осьовий отвір шестерні багатоступінчатий та шліцевий. Шліцевий отвір безперервний і наскрізний, що є технологічним, так як оберігає інструмент від поломок і підвищує його стійкість. Незважаючи на зниження трудомісткості обробки отвору за рахунок високопродуктивного методу його отримання протягуванням для отримання шліців потрібен спеціальний дорогий ріжучий інструмент - шліцева протяжка. Конфігурація канавки в отворі вимагає

спеціального канавкового різця. Застосування спеціального ріжучого інструменту робить конструкцію нетехнологічною.

Разом з тим більшість конструктивних елементів являють собою стандартні або уніфіковані елементи, що дозволяє обробити їх стандартним ріжучим інструментом. Конфігурація двох пазів на маточини виконана з урахуванням зміни ріжучого інструменту (фрези), а відстань між пазами дозволяє застосувати обробку набором фрез, що також підвищить продуктивність.

Вісь отвору  $\emptyset 3$  для стопоріння шестерні дротом перпендикулярна площині входу і виходу інструменту, що є технологічним. Його протяжність не перевищує п'яти діаметрів, що дозволяє обробити його за один прохід. Відстань від утворюючого отвору до краю паза складає 1,5 мм, що є допустимим і достатнім для міцності елемента.

На основі проведеного технологічного аналізу шестерню можна вважати, в основному, технологічною деталлю. Цей попередній висновок може бути поточнений в процесі проектування технологічного процесу виготовлення деталі.

## **1.6 Вибір заготівлі**

У пункті 1.5 Аналіз технологічності конструкції, виходячи з марки матеріалу визначено метод отримання заготовки як пластична деформація. При цьому в якості вихідної заготовки запропонований круглий сортовий прокат.

Кування на молотах дозволяє отримувати прості по конфігурації поковки, але при цьому коефіцієнт ваговій точності не перевищує 0,3 ... 0,4, що викликає великий обсяг механічної обробки.

Враховуючи річну програму випуску, масу і конфігурацію деталі, а також марку матеріалу на основі рекомендацій [4] визначаємо, що найкраще

відповідає зазначеним умовам, отримання заготовки штампуванням, яка максимально наближає її конфігурацію до параметрів деталі.

Нескладні підкладні штампи дозволяють знизити на 15 ... 20% припуски в порівнянні з заготовками, які одержуються куванням універсального інструмента.

При об'ємному штампуванню формоутворення заготовки відбувається в порожнині спеціального інструменту (штампу). Штампування у відкритих штампах характеризується тим, що між верхньою і нижньою частиною штампа існує зазор, через який витікає надлишок металу, який утворює задирок. Останній є небажаним відходом, проте він необхідний для забезпечення повного заповнення струмка штампа. При штампуванні в закритих штампах зазор тільки забезпечує взаємну рухливість верхньої і нижньої частини штампу. Відсутність же задирки в закритих штампах скорочує витрату металу і виключає необхідність обрізки задирки. Однак цей тип штампів застосовується для порівняно простих деталей і вимагає використання точних заготовок з каліброваного прокату або попередньо обробленого.

Розглянуті способи відрізняються як застосовуваним штампувальним оснащенням так і обладнанням.

Штампування на механічних кувальних пресах має більшу перевагу перед штампуванням на молотах, так як виходить точна штампована заготовка, припуски у якій менше на 30%, ніж у заготовки, отриманої на молоті: по конфігурації заготовка після кувального преса ближче до готової деталі. Продуктивність штампування на пресах вище, ніж на молотах в 1,5-2 рази, робота відбувається без ударів.

Враховуючи проведений порівняльний аналіз методів штампування для подальших розрахунків, розглянемо два способи штампування на механічних кувальних пресах.

- штампівку в підкладних штампах;



- штамповка у відкритих штампах.

Перед штампуванням вихідний матеріал (круглий сортовий прокат) необхідно підготувати до обробки: провести зачищення металу, розрізати на частини, вибрати температурний режим і тип нагрівального пристрою. Зачищення металу від поверхневих дефектів попереджає появу браку в деталях. Зачищення можна здійснити пневматичним молотком з попереднім нагріванням або вогневим зачищенням, які однакові за витратами і яке приблизно в два рази дешевше зачищення абразивними кругами при цьому якість зачищення задовільна. Розрізання прута діаметром 140-160 мм можна здійснити дисковими пилами, які дозволяють отримувати штучну заготовку з прийнятними для подальшої штампування допусками по довжині ( $\pm 1,2 \div 1,3$  мм) і відхиленнями торцевої поверхні [7] при достатній продуктивності.

Штампування заготовок в підкладних штампах виробляють при температурі 950 ... 1100°C. Заготовку деформують з торця.

Штампування у відкритих штампах виробляємо з попереднім підігрівом заготовки.

Визначимо припуски на механічну обробку за двома прийнятими варіантами згідно ГОСТ 7505-89 [4] по вихідному індексу штампування.

Для визначення вихідного індексу штамповок визначаємо групу сталі: для сталі 25 ХГТ - група сталі М1 (вміст вуглецю до 0,35%, легуючих елементів - близько 2%) [4].

Клас точності штамповок визначаємо виходячи з прийнятих для порівняння варіантів по таблиці 1.9 з рекомендованого додатка 1 [4]:

Варіант I: штамповка в підкладних штампах – клас точності Т5

Варіант II: штамповка у відкритих штампах – клас точності Т4

Конфігурація поверхні роз'єму – плоска (П)

Ступінь складності штамповки визначаємо за формулою:

$$C = \frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}}, \quad (1.4)$$

де  $G_{\Pi}$  – маса (об'єм) штампування;

$G_{\Phi}$  – маса (об'єм) геометричної фігури мінімального обсягу,  
в яку вписується штампування.

Для визначення ступеню складності скористаємося побільшеним розрахунком, при якому масу штампування візьмемо по середньому коефіцієнту вагової точності для штампувань рівному 0,65...0,75. Тоді

$$G_{\Pi} = \frac{m_{\text{д}}}{\text{Кв.т.}} \approx \frac{1,003}{0,7} \approx 1,43 \text{ кг.}$$

Об'єм геометричної фігури  $V_{\Phi}$  розраховуємо за формулою:

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \quad (1.5)$$

де  $d$  – діаметр фігури, в яку вписується поковка;  $d \approx 130$  мм;

$h$  – висота фігури;  $h \approx 35$  мм.

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 130^2}{4} \cdot 35 \approx 4,65 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Тоді маса фігури:

$$G_{\Phi} \approx V_{\Phi} \cdot \rho \approx 4,65 \cdot 10^{-4} \cdot 7900 \approx 3,67 \text{ кг.}$$

Виходить ступінь складності штампування:

$$C = \frac{1,43}{3,67} \approx 0,39$$

Згідно з рекомендаціями, при співвідношенні З св. 0,32 до 0,63 ступінь складності штампування С2.

Вихідний індекс визначаємо з маси деталі  $m=1,003$  кг за прийнятою групою сталі М1, ступені складності штампування С2 и класу точності штампування Т за графіком визначення вихідного індексу [4]. Вихідні індекси (дивитися рис. 1.2)

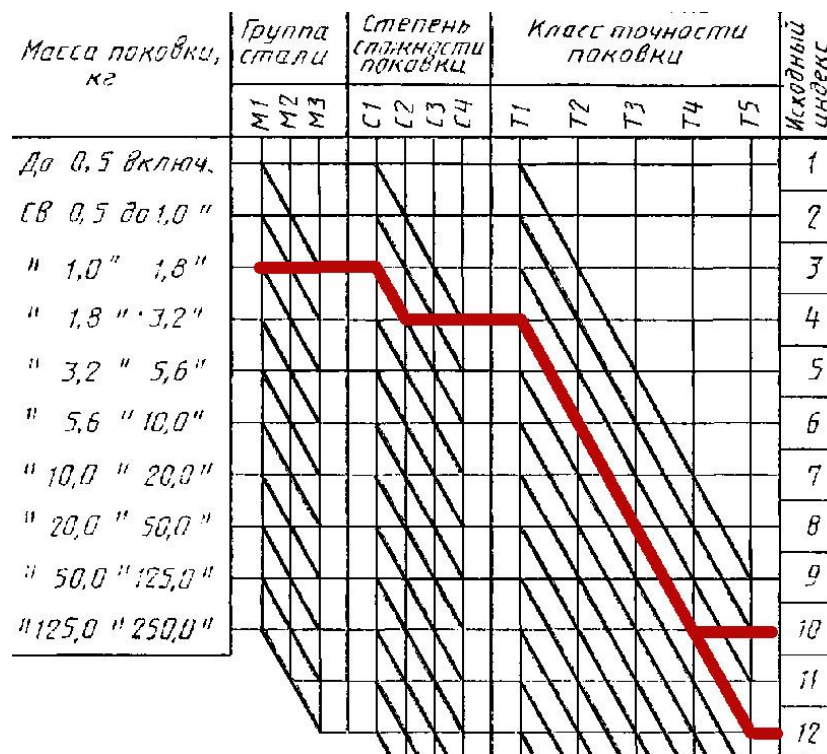


Рисунок 1.2. - Визначення вихідного індексу

Згідно з рис. 1.2:

для варіанта I – М1-С2-Т5 – вихідний індекс 12;

для варіанта II – М1-С2-Т4 – вихідний індекс 10.

Основні припуски на механічну обробку штампувань визначаємо згідно з прийнятим вихідним індексом, розміром елемента і шорсткістю поверхні [4].

Додаткові припуски, що враховують зміщення поковки, зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності, міжцентрових і міжосьових відстаней, кутових розмірів, визначаємо виходячи з форми поковки і технології її виготовлення. Додаткові припуски на механічну обробку

призначаємо в залежності від класу точності Т.

Для класу точності Т5 додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,3 мм [5, табл. 4];
- відхилення від площинності - 0,4 мм [5, табл. 4].

Для класу точності Т5 додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,3 мм [5, табл. 4];
- відхилення від площинності - 0,3 мм [5, табл. 4].

Штампувальні ухили на зовнішній поверхні не більше 5 ° приймаємо 3°.

Радіуси заокруглення зовнішніх кутів - 2,0 мм (мінімальний) приймаємо 3,0 мм.

Результати за двома варіантами приведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Припуски і допуски на механічну обробку

Розмір деталі	В підкладних штампах			В закріплених відкритих Штампах				
	Вихідний індекс	Основний припуск на сторону, мм	Додатковий припуск на сторону, мм	Розмір з урахуванням припуску, мм	Вихідний індекс	Основний припуск на сторону, мм	Додатковий припуск на сторону, мм	Розмір з урахуванням припуску, мм
∅123,74	12	1,8	0,3	∅128 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>	10	1,6	0,3	∅127,5 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>
∅34		1,6	0,4	∅38 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>		1,4	0,3	∅37,5 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>
∅16		1,6	0,4	∅12 <sup>+0,7</sup> <sub>-1,3</sub>		1,4	0,3	∅12,5 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,9</sub>
11		1,6	0,4	15 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>		1,4	0,3	14,5 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>
32		1,7	0,4	36,5 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>		1,5	0,3	35,5 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,5</sub>
<b>Примітка:</b> відповідно до рекомендацій [57] лінійні розміри поковки округлені з точністю до 0,5 мм								

Згідно з табл. 1.4 розрахунковий розмір отвору в заготівлі не дозволяє отримувати отвір на операції штампування (за двома варіантами).

На рис. 1.3 наведені ескізи заготовок за двома варіантами.

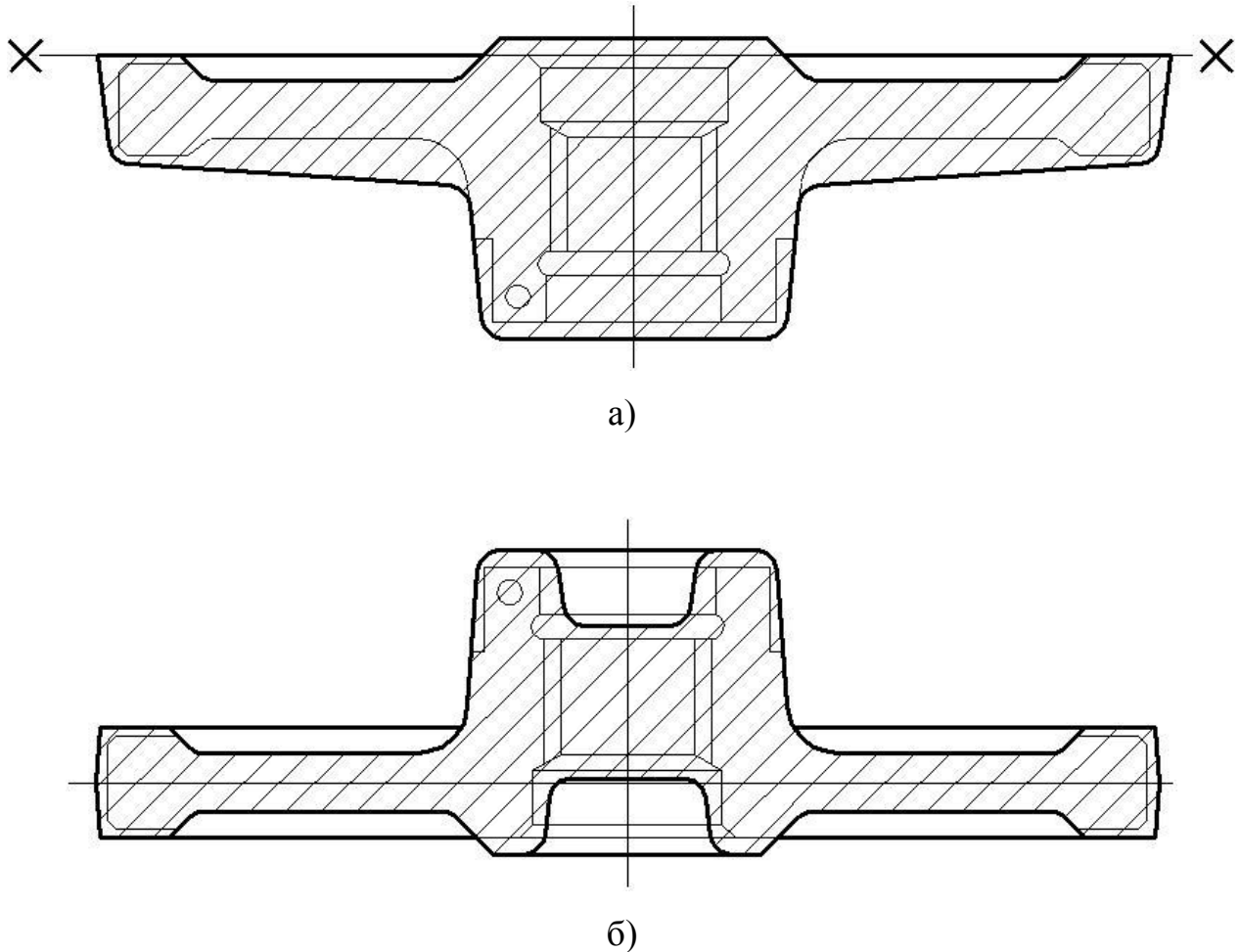


Рисунок 1.3 - Ескізи штампованих заготовок, отриманих в:

- а) підкладному штампі;
- б) у відкритому штампі.

Для визначення маси заготовок за двома методами виконуємо побудову тривимірної моделі заготовок за розмірами, наведеними в табл 1.4. Визначення маси виконано за допомогою системи тривимірного твердотілого моделювання в Компас-3D V10.

На рис 1.4 приведена побудована тривимірна модель заготовки для варіанту штампування в закріпленому штампі.



Рисунок 1.4 - Тривимірна модель заготовки

Приймаємо масу заготовки без урахування технологічних втрат:

Результати обчислення маси за допомогою системи тривимірного твердотілого моделювання в Компас-3D V10:

для варіанта I –  $m_3=1,635$  кг

$$S=37362,74 \text{ мм}^2$$

$$V=209692,42 \text{ мм}^3$$

для варіанта II –  $m_3=1,332$  кг

$$S=32235,65 \text{ мм}^2$$

$$V=170785,46 \text{ мм}^3$$

Далі розрахуємо економічну собівартість отримання заготовок для кожного методу за формулою [6]:

$$C = S_3 m_{\text{исх}} \left( \frac{5000}{N} \right)^{0,15} K_C K_M K_B - (m_{\text{вих}} - m_{\text{д}}) S_B, \quad (1.6)$$

де  $S_3$  – базова собівартість 1 кг штампованої поковки грн.

-для поковок, які отримують в підкладних штампах

40 грн/кг[6];

-для поковок, які отримують у відкритих штампах –

46 грн/кг[6];

$m_{\text{исх}}$  – маса вихідної заготовки, кг;

$N$  – річна програма випуску;

$K_C$  – коефіцієнти, які враховують складність штампованої заготовки;

для поковок групи складності С2 -  $K_C = 1,0$ ;

$K_M$  – коефіцієнт, який враховує матеріал поковки;

для сталей групи М2 -  $K_M = 1,1 \dots 1,45$ ;

$K_B$  – коефіцієнт, який враховує масу заготовки; при масі від 1 до 10 кг

$K_B = 1,04$ ;

$S_B$  – собівартість відходів, грн/кг; приймаємо  $S_B = 1,2$  грн/кг.

Знаючи ціну заготовки, визначимо ціну готової деталі з урахуванням механічної обробки для кожного методу за формулою:

$$C_{\text{д}} = S_{\text{заг}} + C_{\text{мо}}, \quad (1.7)$$

де  $C_{\text{д}}$  – вартість готової деталі;

$S_{\text{заг}}$  – вартість механічної обробки;

$C_{\text{мо}}$  – вартість механічної обробки;

$$C_{\text{мо}} = \frac{(m_3 - m_{\text{д}}) \cdot C_{\text{ІТТ}}}{1000}, \quad (1.8)$$

де  $m_3$  - маса заготовки;

$m_{\text{д}}$  – маса деталі;

$C_{\text{ІТТ}}$  – вартість зняття однієї тони стружки;

$C_{\text{ІТТ}} = 15880$  грн/т [6]

Зробимо розрахунок собівартості заготовки і готової деталі за варіантом 1:

$$C = 40 \cdot 1,635 \left( \frac{5000}{5200} \right)^{0,15} 1 \cdot 1,3 \cdot 1,04 - (1,635 - 1,003) 1,2 = 43,57 \text{ грн};$$

$$C_{\text{мол}} = \frac{(1,635 - 1,003) \cdot 31760}{1000} = 10,03 \text{ грн};$$

$$C_{\text{д1}} = 43,57 + 9,99 = 53,56 \text{ грн.}$$

Зробимо розрахунок собівартості заготовки і готової деталі за варіантом 2:

$$C = 46 \cdot 1,332 \left( \frac{5000}{5200} \right)^{0,15} 1 \cdot 1,3 \cdot 1,04 - (1,332 - 1,003) 1,2 = 81,6 \text{ грн};$$

$$C_{\text{мол2}} = \frac{(1,332 - 1,003) \cdot 15880}{1000} = 5,22 \text{ грн};$$

$$C_{\text{д2}} = 81,595 + 5,22 = 86,82 \text{ грн.}$$

Визначення вартості заготовки зведемо в таблицю

Результати обчислень зведемо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Розрахунок вартості заготовки і готової деталі

	Варіант 1	Варіант 2
Вартість однієї тони заготовок $C_i$	40 грн/кг	46 грн/кг
Маса заготовки $m_3$	1,635 кг	1,332 кг
Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{им}}$	0,61	0,75
Вартість заготовки $S_{\text{заг}}$	87,14 грн.	81,6 р.
Вартість механічної обробки $C_{\text{мо}}$	20,07 грн/кг	10,45 грн/кг
Ціна готової деталі $C_{\text{д}}$	97,175 грн.	86,82 грн.



За результатами розрахунків робимо вибір на користь методу штампування у відкритих закріплених штампах, для якого вартість заготовки з урахуванням механічної обробки виявилася менше. Креслення заготовки представлено у графічній частині проекту.

### **1.7 Обґрунтування вибору технологічних баз і встановлення послідовності обробки поверхонь**

Технологічні бази обираємо в два етапи. На першому етапі обираємо технологічні бази, необхідні для отримання найбільш відповідальних розмірів деталі, і які використовуються для обробки більшості поверхонь.

В результаті аналізу технічних вимог, виявлено, що більшість технічних вимог задано щодо комплекту основних конструкторських баз: зовнішнього діаметра, що центрує шліці і базовий торець. На рис. 1.5а) відображена схема базування на більшості операцій, коли обробка повинна вестися від основного отвору базового торця. Протяжність циліндричної базує поверхні не гарантує стійкості заготовки в разі прийняття цього отвору в якості подвійної направляючої бази. Отже, для забезпечення стійкості технологічний процес будуюмо виходячи з того, що пріоритетною технологічною базою буде торцева поверхня, тобто установча база.

Базування за отвором забезпечить дотримання принципу єдності баз, що надасть можливість отримання необхідної точності найбільш точних "бажаних" розмірів, що зв'язують діаметр початкової окружності колеса з центром базового отвору, а саме забезпечити найменше биття початковій окружності, що допускається технічними умовами. Останньою вимогою буде досягатися найбільш коротким технологічним ланцюгом, що визначає співвідношення базового отвору і початкової окружності.

Схема базування на більшості операцій враховуючи довжину основного отвору ( $L / D < 1$ ) установча (точки 1,2,3) - подвійна опорна (точки 4,5) - опорна (точка 6) (дивитися рисунок 1.5 а)

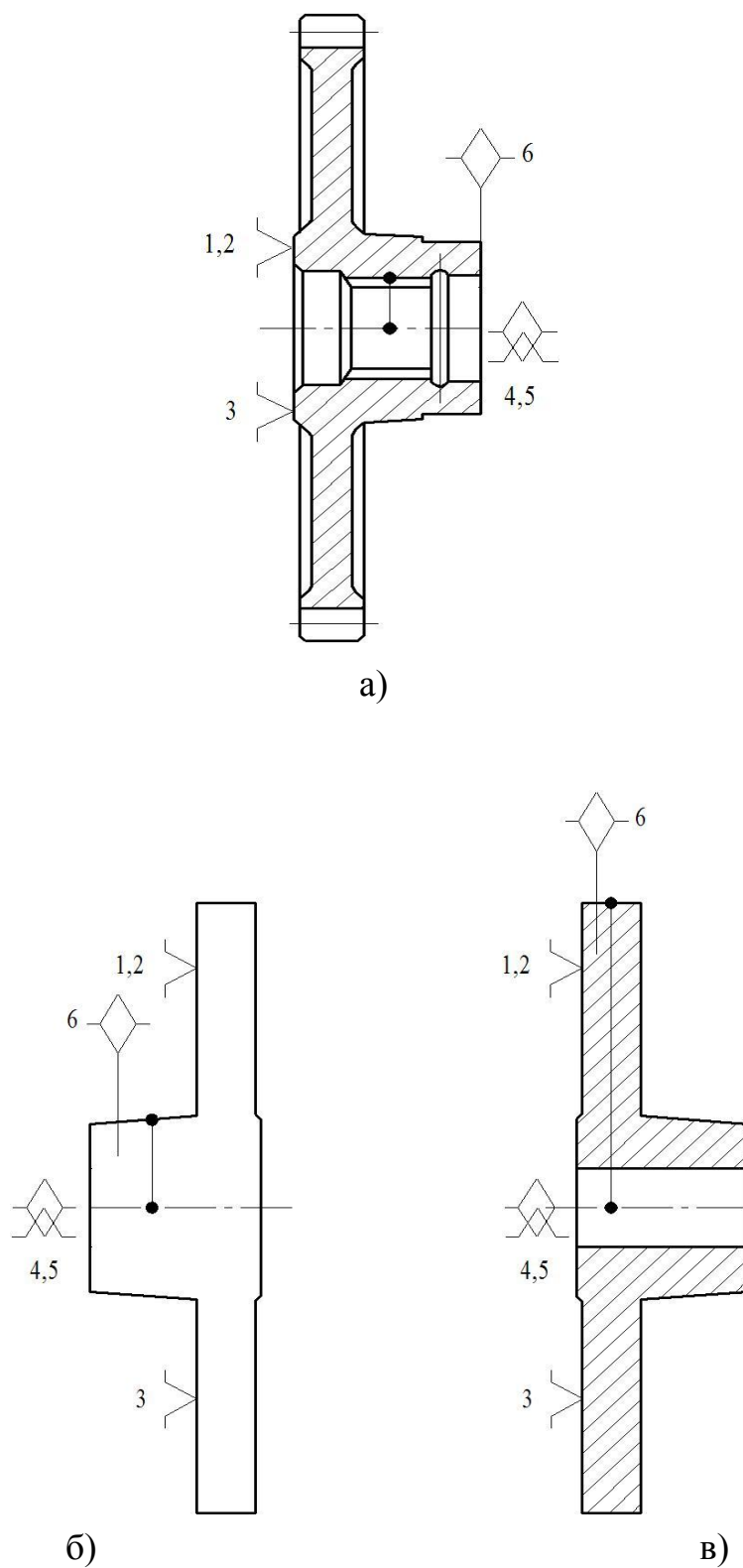


Рисунок 1.5. - Теоретичні схеми базування

а) на більшості операцій технологічного процесу

б) и в) на перших операціях технологічного процесу.

Відповідно метою другого етапу є підготовка цих поверхонь на перших операціях. При цьому базування на першій операції проводиться по "чорновим" базам - поверхням, отриманим штампуванням. Теоретична схема базування на цьому етапі – установча – подвійна опорна – опорна (дивитися рисунок 1.5б і 1.5в).

### *Послідовність обробки поверхонь заготовки*

Виходячи з прийнятих етапів обробки встановлено, що на першому етапі обробки деталі необхідно обробити основні технологічні бази деталі. При цьому обробку деталі розбиваємо на етапи.

Етап підготовки технологічних баз для більшості операцій. Таким чином, обробка комплекту технологічних баз здійснюється на перших операціях. З огляду на прийняту схему базування на перших операціях обробку ведемо на токарних операціях, причому обробка з двох сторін повинна вестися в кулачкових патронах. Після чистової обробки отвору і торця необхідно протягнути шліци, підготувавши основний отвір. Після протягування на торці отвору залишається задирок, який необхідно зачистити на слюсарній операції.

Остаточну обробку зубчастого вінця будемо вести вже при базуванні деталі на шліцьовій оправці. Також на оправці буде проводитися зубофрезерування.

З огляду на вимоги до твердості зубів необхідно виконати їх термічну обробку (загартування), після чого остаточно обробити зуби на зубошліфувальному верстаті.

Фрезерування двох пазів і свердління отвору ведемо на оправці, але враховуючи, що точність цих елементів невисока, базування можна проводити на гладкій оправці (тобто по внутрішньому діаметру шліців).

## 1.8 Вибір способів обробки поверхонь

При складанні планів обробки поверхонь деталі використовуємо рекомендації [7] по досягненню на конкретному переході механічної обробки економічно досяжної точності. Результати наведені в табл. 1.6. При виборі планів обробки поверхонь керуємося рекомендаціями, згідно з якими кожен подальший перехід підвищує точність розміру і збільшує якість поверхні, при цьому чорновий перехід збільшує розмірну точність на 2-3 квалітету і шорсткість в 3-4 рази, а чистові і напівчисті - на 1-2 квалітету і шорсткість приблизно в 2 рази.

Заготовка IT15, Ra = 20 мкм.

Таблиця 1.6 - Плани обробки поверхонь.

№ поверхні	Точність поверхні		Маршрут обробки поверхонь	Досягаючи технічні вимоги по переходах		Припуск на перехід, (на сторону), мм
	IT	Ra		IT	Ra	
1	2	3	4	5	6	7
1	ø20H10	3,2	Свердління	IT13	12,5	1,0
			Розточування	IT11	6,3	0,25
			Протягування	IT10	3,2	0,15
2	4D11	5,0	Протягування	IT11	5,0	

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7
3	IT9	1,6	Свердління Протягування	IT12 IT9	5,0 1,8	4,35 0,15
4	ø16H12	5,0	Протягування	IT12	5,0	
5	9-B		Зубофрезерування:	9-B	5,0	
6	IT13	5,0	Точіння - чорнове - чистове	IT13 IT13	5,0 2,5	
7, 20	IT12	5,0	Точіння - чорнове - чистове	IT12 IT12	5,0 2,5	
8	IT14	5,0	Фрезерування	IT12	10	4
10	ø23H12	5,0	Розточування	IT12	10	4
11	ø21H12	5,0	Розточування	IT12	10	4
12	IT12	5,0	Точіння - чорнове - чистове	IT12 IT12	5,0 2,5	
9, 19	IT12	5,0	Точіння - чорнове - чистове	IT12 IT12	5,0 2,5	
17	ø22,5H13	5,0	Розточування	IT12	10	4

## 1.9 Визначення міжопераційних припусків і допусків

Аналітичним шляхом розрахуємо міжопераційні припуски на обробку поверхні  $\varnothing 123,74h13 \left( \begin{smallmatrix} - \\ -0,63 \end{smallmatrix} \right)$  мм.

$$2Z_{i \min} = 2((R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.9)$$

де  $2Z_{i \min}$  – мінімальний припуск на діаметр, мкм;

$R_{z i-1}$  – висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

$h_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\rho_{\Sigma i-1}$  – сумарні відхилення розташування поверхонь на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка встановлення заготовки на виконуваному переході

Визначаємо  $2Z_{i \min}$  для чорнового точіння:  $R_{z i-1} = 50$  мкм - шорсткість заготовки;  $h_{i-1} = 50$  мкм [8];  $\rho_{\Sigma i-1}$  – загальне відхилення осі деталі від прямолінійності при закріпленні в центрах, мкм [8]:

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{\rho_K^2 + \rho_{см}^2}, \quad (1.10)$$

де  $\rho_K$  – кривизна прокату:

$$\rho_K = \sqrt{(\Delta_K \cdot d)^2 + (\Delta_K \cdot l)^2}, \quad (1.11)$$

де  $\Delta_K = 0,5$  мкм / 1 мм – питома кривизна штампування;

$l = 11$  мм – довжина поверхні заготовки

$d = 123,74$  – діаметр заготовки

$$\rho_K = \sqrt{(0,5 \cdot 123,74)^2 + (0,5 \cdot 11)^2} = 62 \text{ мкм}$$

$\rho_{см}$  – величина сумарного зсуву осі заготовки :

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2}, \quad (1.12)$$

$$\rho_{\text{см}} = \sqrt{\left(\frac{190}{2}\right)^2 + \left(\frac{190}{2}\right)^2} = 269 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{62^2 + 269^2} = 285 \text{ мкм}$$

Залишкові просторові відхилення визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \cdot \rho_{\Sigma}, \quad (1.13)$$

де  $k_y$  – коефіцієнт уточнення

$k_y = 0,05$  після чорнового точіння;

$$\rho_{\text{ост}} = 0,05 \cdot 285 = 14 \text{ мкм}$$

Похибка встановлення при чорновому точінні визначимо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.14)$$

де  $\varepsilon_6$  – похибка базування;  $\varepsilon_6 = 0$

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення;  $\varepsilon_3 = 100$  мкм.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 100^2} = 100 \text{ мкм}$$

Розрахунки за іншими операціями обробки зводимо в таблицю 7.

У таблиці найменший граничний діаметр на попередньому переході  $d_{\text{min } i-1}$  визначаємо за формулою:

$$d_{\text{min } i-1} = d_{\text{min}} + 2Z_{\text{min } p}, \quad (1.15)$$

де  $d_{\text{min}}$  – найменший граничний діаметр, отриманий на виконуваному технологічному переході, мм;

$2Z_{\text{min}}$  – найменший граничний припуск на діаметр на виконуваний перехід, мм.

Значення найбільшого граничного діаметру на попередньому переході  $d_{\max i-1}$ , мм визначаємо за формулою:

$$d_{\max i-1} = d_{\min i-1} + Td_{i-1}, \quad (1.16)$$

де  $Td_{i-1}$  – допуск на діаметр, отриманий на попередньому переході.

Найбільший граничний припуск на діаметр на виконуваному переході  $2Z_{\max}$ , мм визначаємо за формулою:

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + Td_{i-1} + Td_i, \quad (1.17)$$

де  $Td_i$  – допуск на діаметр, що отримується на виконуваному переході, мм

Виконуємо перевірку розрахунків:

$$Td_3 - Td_d = 2Z_{o \max} - 2Z_{o \min}, \quad (1.18)$$

де  $Td_3$ ,  $Td_d$  – відповідно допуски на діаметр заготовки и деталі, мм;

$2Z_{o \max}$ ,  $2Z_{o \min}$  – загальні найбільший і найменший граничні припуски на діаметр, мм.

$$2Z_{o \max} = \sum 2Z_{i \max} = 2,4 + 0,69 = 3,09 \text{ мм};$$

$$2Z_{o \min} = \sum 2Z_{i \min} = 1,2 + 0,29 = 1,49 \text{ мм};$$

$$Td_3 - Td_d = 1,800 - 0,2 = 1,170 \text{ мм}$$

$$3,09 - 1,49 = 1,6 - \text{перевірка є вірною.}$$

На рис.1.6 представлена схема розташування припусків



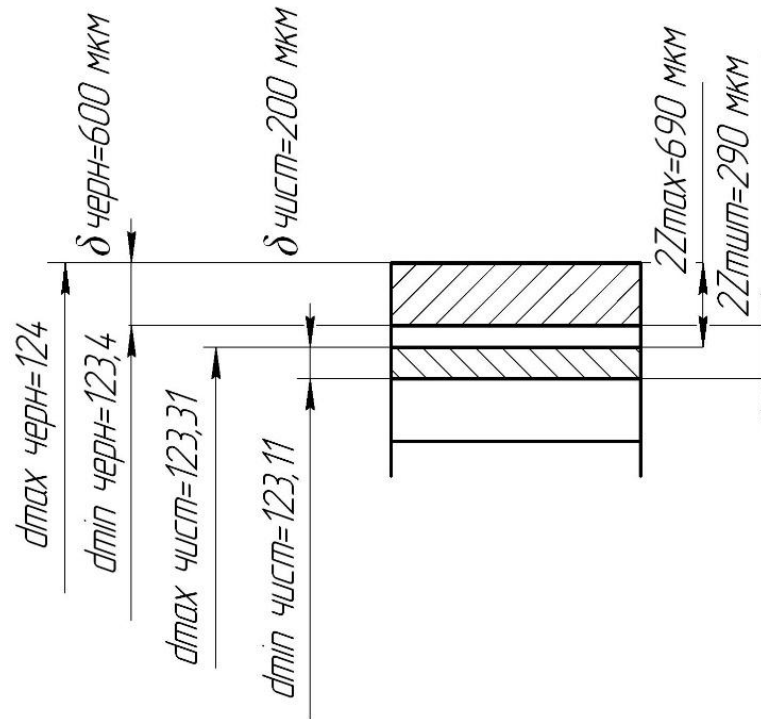


Рисунок 1.6 - Схема розташування припусків

Таблиця 1.7 - Розрахунок припусків и технологічних розмірів

Технологічні переходи	Елементи припуску, мкм				2Z <sub>min</sub> , мкм	Розрахунковий розмір D, мм	Допуск δ, мкм	Прийняті розміри		Граничні значення припусків	
	Rz	h	ρ	ε				D <sub>min</sub> , мм	D <sub>max</sub> , мм	2 z <sub>max</sub>	2 z <sub>min</sub>
Заготовка	150	200	285	-	-	124,643	1800	126,4	126,4	-	-
Точіння чорнове	50	50	14	100	1304	123,339	630	124,0	123,34	2400	1200
Точіння чистове	30	30	-	5	229	123,110	200	123,31	123,11	690	290
Сума:										3090	1490

Для інших поверхонь використовуємо статистичний метод визначення припусків.

## 1.10 Формування операційного технологічного процесу

Базовий (заводський) технологічний процес побудований на обробці універсальними токарними і гідрокопірувальний верстатами. Саме для цих операцій в проектованому процесі передбачаємо заміну обладнання на токарні верстати з ЧПУ, які більш продуктивні, не мають витрат часу на зміну інструменту в процесі ходу операції. Верстати з ЧПК мають також хорошими точносних характеристиками. Жорсткість верстатів з ЧПК дозволяє вести чорнову обробку. Першу механічну обробку виконуємо на токарно-гвинторізному верстаті з ручним керуванням, так як на цій операції утворюється великий обсяг стружки, точність одержуваних розмірів невисока, а закріплення осьового різального інструменту великих розмірів скрутна в поворотному різцетримачу верстату з ЧПК.

З огляду на відмінність технологічних баз поділяємо чорнові і чистові токарні операції: перші виконуємо при закріпленні заготовки деталі в кулачковому патроні, а чистові - на оправці. Точність і жорсткість верстатів дозволить отримати розміри по 7-му квалітету і шорсткість по параметру Ra до 1,25 мкм [9].

Операцію фрезерування пазів виробляємо на горизонтально-фрезерному верстаті набором фрез. Свердління отвору - на вертикально-свердлильному верстаті.

Обробка зубів являє собою зубофрезерування і зубошліфування, розділені термічною обробкою.

Важливим моментом також є вибір ріжучого інструменту. Для сталі 25ХГТ вибираємо пластини з твёрдосплавних матеріалів Т5К10 і Т15К6.

Слід зазначити, що в технологічному процесі виготовлення деталі будуть використовуватися як спеціальні пристосування, так і універсальні уніфіковані пристосування.

Результатом даного розділу дипломного проекту є складання маршруту обробки деталі, який представлений в комплекті технологічної документації.

Формуємо операції з огляду на програму випуску, тип виробництва і конструктивні особливості деталі в якості організаційної форми виробництва виберемо предметний ділянку, як форму організації робіт найбільш властиву серійного типу виробництва.

При цій формі організації верстати розташовуються в послідовності технологічних операцій для декількох деталей, що вимагають одного порядку обробки. У цій же послідовності утворюється і рух деталей. Обробка деталей проводиться партіями. Час виконання різних операцій не погоджено. Виготовлені деталі під час роботи зберігаються у верстатів (спостерігається пролежування деталей в очікуванні звільнення верстатів від інших деталей), а потім транспортуються цілої партією.

Оптимальна партія деталей, оброблюваних з одного налагодження устаткування була визначена заздалегідь в п.1.8 і може бути уточнена при аналізі тривалості технологічного циклу.

Рух партії деталей організуємо паралельно-послідовно. Даний вид руху є найбільш характерним для серійного виробництва і забезпечує рівномірне завантаження верстатів

Технологічний цикл при паралельно-послідовному вигляді руху скорочується за рахунок зміщення виконуваних операцій.

З огляду на, що тип виробництва відповідає середньосерійному, виробляємо вибір моделей верстатного обладнання, які найбільш ефективні при випуску деталі періодично партіями. Вибираємо такі верстати, які забезпечували б найменші трудові та матеріальні витрати, а також собівартість обробки заготовки.

Токарну обробку доцільно вести на токарному верстаті з ЧПУ з оперативним управлінням 16Б16Т1. Для фрезерування пазів верстат горизонтально-фрезерний верстат 6Н82. Для обробки отвору вибираємо вертикально-свердлильний верстат з ЧПУ 2Н118.

Зубофрезерування - основний метод обробки зубів зубчастих коліс, воно виконується черв'ячною фрезою на одношпindelном зубофрезерном напівавтоматі 5К324.

Зубошліфування після термічної обробки проводимо методом обкатки дисковими колами з прямолінійними бічними сторонами профілю рейки на зубошліфувальні верстаті.

Розрахуємо режими на операцію  $\varnothing 25$  Токарська з ЧПУ :

Оброблюваний матеріал – сталь 25ХГТ

Твердість оброблюваного матеріалу – НВ 156...229;

Межа міцності на розтяг –  $\sigma_B = 1000...1100$  МПа;

обладнання – токарний з ЧПУ 16К20Т1;

інструмент – різець прохідний 25x20,  $\varphi = 92^\circ$ ;

матеріал різця – Т15К6.

Перехід 2: точіння поверхні  $\varnothing 123,74_{-0,63}$  мм.

Глибина різання  $t = 0,6$  мм

Подачу обираємо по таблиці [10] виходячи з перетину державки різця і глибини різання.

Для  $d=123,74$ мм і сталі 25ХГТ з твердістю НВ 156...229 при глибині різання  $t=0,6$  мм, необхідної шорсткості  $Ra=3,2$  мкм і радіусі заокруглення при вершині  $r=0,8$  мм приймаємо значення подачі  $S_{\text{табл}}=0,16$  мм/об [10]. З урахуванням поправочного коефіцієнта  $k_s = 1,25$  (для сталі с  $\sigma_B = 1000...1100$  МПа) остаточно.

$$S = S_{\text{табл}} \times k_s = 0,16 \cdot 1,25 = 0,2 \text{ мм}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.19)$$

де  $C_v = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$  [11] - емпіричні коефіцієнти;

$t$  – глибина різання;

$s$  - зворотна подача;

$T$  - період стійкості,  $T=60$ мин;

$K_v$  - загальний поправочний коефіцієнт.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,68$$

де  $K_{mv}$  - коефіцієнт на оброблюваний матеріал, для сталі.

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{1100} \right)^1 = 0,68$$

де  $K_r = 1$  [11] – коефіцієнт, що характеризує групу сталі пооброблюваності;

$n_v = 1,0$  [11] – показник ступеня;

$K_{uv}$  - коефіцієнт на інструментальний матеріал,

$K_{uv}=1,0$  [14];

$K_{lv} = 1$  [11] – при чистовій обробці.

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,68 = 156,3 \text{ м/хв}$$

Звіriamo отримане значення швидкості різання з рекомендованим за нормативами [12]  $V_n$ :

$$V_n = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.20)$$

де  $V_{\text{табл}} = 105$  м/мин [12] рекомендована швидкість різання при точінні сталі прохідними різцями  $\phi = 90^\circ$ , матеріал ріжучої частини – твердий сплав,  $t=0,6$  мм;  $S = 0,2$  мм/об;

$K_1 = 0,8$  [12] - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$K_2 = 1,55$  [12] - коефіцієнт, що залежить від стійкості і марки твердого сплаву (при стійкості різання  $T = 60$  хв і матеріалі ріжучої частини Т15К6);

$K_3 = 1,05$  [12] - коефіцієнт, що залежить від виду обробки (при чистовому точінні).

$$V_H = 105 \cdot 0,8 \cdot 1,55 \cdot 1,05 = 136,7 \text{ м/хв}$$

Приймаємо в якості розрахункової швидкості різання

$$V_p = V_H = 140 \text{ м/хв}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя  $n_p$ , об/хв:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 140}{3,14 \cdot 125,74} = 354 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо найближче значення з числа наявних частот обертання ступінчатої коробки швидкостей –  $n_{ст} = 355 \text{ хв}^{-1}$ .

Тоді дійсну швидкість різання визначимо за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 355}{1000} = 138 \text{ м/хв}$$

Режими різання по іншим переходам приймаємо за табличними даними [12]. На прикладі режимів різання для зубофрезерних операцій розглянемо табличний вибір режимів різання.

Розрахуємо довжину робочого ходу інструменту  $L_{рх}$

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{доп}, \quad (1.21)$$

де  $L_{рез}$  – довжина різання;

$$L_{\text{рез}}=l_{\text{в}} \cdot q, \quad (1.22)$$

де  $l_{\text{в}}$  – ширина венця;

$q$  – кількість одночасно оброблюваних заготовок;

$$L_{\text{рез}}=11 \cdot 1=11 \text{ мм}$$

$u$  – довжина підвода, врізання і перебігу; при діаметрі черв'ячної фрези

$D=80$  мм, модулі зачеплення зубчатого колеса  $m=3$  мм

$u=41$  мм

$L_{\text{доп}}$  – додаткова довжина хода, викликана конфігурацією колеса;

$L_{\text{доп}}=0$ ;

$$L_{\text{рх}}=11+41+0=52 \text{ мм}$$

Призначаємо подачу на оборот деталі  $S_{o\dots}$ . При попередній обробці, модулі  $m=3$  мм, числі заходів фрези  $\epsilon=2$ , числі зубів деталі  $Z_{\text{д}}=39$  і матеріалу ріжучої частини фрези Р6М5.

$$S_{\text{отабл}}=2,6 \text{ мм/об}$$

$$S_o=S_{\text{отабл}} \cdot K_S \cdot \cos\beta, \quad (1.23)$$

де  $K_S$  – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$$K_S=0,95$$

$$S_o=2,6 \cdot 0,95 \cdot \cos 0^\circ \approx 2,52 \text{ мм/об}$$

Приймаємо  $S_o=2,52$  мм/об, так як регулювання вертикальної подачі на верстаті 5К324 безступінчате.

Призначаємо швидкість різання  $V_{\text{табл}}$  виходячи з тих самих вихідних даних, що і для вибору подачі  $S_{\text{отабл}}$

$$V_{\text{табл}}=40 \text{ м/хв}$$

$$V=V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1.24)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$$K_1=0,95;$$

$K_2$  – коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту; для верстатів з автоматичним перерозподілом фрези;

$$K_2 = 1,4;$$

$$V = 40 \cdot 0,95 \cdot 1,4 = 53,2 \text{ м/хв}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{n \cdot D} = \frac{1000 \cdot 53,2}{3,14 \cdot 80} = 160 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо число обертів фрези за паспортом верстата:

$$n_{ст} = 160 \text{ хв}^{-1}$$

Тоді дійсну швидкість різання визначимо за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 160}{1000} = 40,2 \text{ м/хв}$$

Вибір режимів різання за інші операції приведено у відповідних графах операційних карт технологічного процесу.

### 1.11 Нормування операцій

Послідовність розрахунку технічної норми часу покажемо на прикладі нормування операції 015 з ЧПУ.

Розрахуємо норму технічного часу при виконанні операції 015 - Токарну з ЧПУ.

Під час розрахунку використовуємо операційний ескіз (див. Комплект технологічних документів) і розрахунково-технологічну карту (див. Графічна частина лист ПД 7.090202.97.06).

Технічну норму часу при виконанні операції 020 визначаємо за методикою [13] для верстатів з ЧПУ за формулою:



$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.25)$$

де  $t_{\text{шт}}$  – норма штучного часу

$T_{\text{п-з}}$  – норма підготовчо – заключного часу на партію деталей;

$n$  – розмір партії

Кількість деталей в партії визначимо за формулою [1.26]:

$$n \approx \frac{N_{\text{з.м}} \cdot a}{F_{\text{Э}}}, \quad (1.26)$$

де  $N_{\text{з.м}}$  – місячна програма запуску деталей;

$a$  – потрібний запас для забезпечення безперервної роботи складського цеху або ділянки;  $a = 2 \dots 3$  дні (для великих деталей);  $a = 5 \dots 10$  дня (для маленьких деталей).

$F_{\text{Э}}$  – ефективний місячний фонд часу роботи в днях.

Визначаємо програму запуску ( $N_3$ ) деталі за формулою:

$$N_3 = 1,15 \cdot N = 1,15 \cdot 5200 \approx 5980 \text{ шт}$$

де  $N$  – річна програма випуску деталей по завданню.

Місячну програму запуску визначимо за формулою:

$$N_{\text{з.м.}} = \frac{N_3}{12} = \frac{5980}{12} \approx 498 \text{ шт}$$

Приймаємо  $N_{\text{з.м.}} = 500$  шт

Штучний час  $t_{\text{шт}}$  для верстатів з ЧПУ визначається за формулою

Визначаємо кількість деталей в партії, прийнявши величину необхідного запасу  $a = 5$

$$n \approx \frac{144 \cdot 5}{23} \approx 100 \text{ шт}$$

$$t_{\text{шт}} = (t_{\text{ца}} + t_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left( 1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right), \quad (1.27)$$

де  $t_{\text{ца}}$  – час циклу автоматичної роботи;

$$t_{\text{ца}} = t_0 + t_{\text{мв}}, \quad (1.28)$$

де  $t_0$  – основний технологічний час на обробку однієї деталі;

$$t_0 = \sum t_{\text{oj}}, \quad (1.29)$$

де  $t_{\text{oj}}$  – основний час на виконання  $j$  - го переходу обробки елементарної поверхні, хв:

$$t_{\text{oj}} = \frac{(L + l) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(L + l) \cdot i}{S_{\text{м}}}, \quad (1.30)$$

де  $L$  – довжина оброблюваною поверхні;

$l$  – довжина врізання і перебігу інструменту;

$i$  – число робочих ходів;

$S_{\text{мин}}$  – хвилинна подача;

$n$  – частота обертання заготовки;

$s$  – подача на один оборот.

$t_{\text{мв}}$  – машинно-допоміжний час за програмою (напідведення інструменту від вихідних точок в зону обробки і відведення  $t_{\text{хх}}$ , встановлення інструменту на розмір, зміну інструменту, зміна величини і напрямку подачі, час технологічних пауз (зупинок) и т.п.)

$t_{\text{в}}$  – допоміжний час;

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в.у}} + t_{\text{в.оп}} + t_{\text{в.изм}}, \quad (1.31)$$

де  $t_{\text{в.у}}$  – час на встановлення і зняття деталі вручну або підйомником;

$t_{в.оп}$  – допоміжний час, пов'язане з операцією (не увійшло в керуючу програму);

$t_{в.изм}$  – допоміжний неперекриваючий час на вимір.

$K_{тв}$  – поправочний коефіцієнт на час виконання ручної допоміжної роботи в залежності від партії оброблюваних деталей;

$a_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, %;

$a_{отл}$  – час на особисті потреби при одностаночному обслуговуванні, %;

Норма підготовчо – заключного часу – норма часу на налагодження і настройку верстата – складається з трьох складових:

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-з \text{ пр. обр}}, \quad (1.32)$$

де  $T_{п-31}$  – норма часу на організаційну підготовку;

$T_{п-32}$  – норма часу на налагодження верстату, пристосування,

інструменту, програмних пристроїв;

$T_{п-з \text{ пр. обр}}$  – норма часу на пробну обробку.

Час на прийоми підготовчо-заклучної роботи встановлюються в залежності від виду і розмірної групи обладнання, а також з урахуванням особливостей системи програмного управління

Визначаємо час по переходах.

Перехід 1. Час на встановлення, закріплення і зняття деталі встановлюємо згідно з способу базування і закріплення заготовки і її маси [15, карта 7, лист 1]. При установці заготовки масою до 3 кг трьохкулачковому патроні, що самоцентрує  $t_{в.у}=0,17$  хв.

Перехід 2. Час на підрізання торців визначаємо з прийнятих режимів різання (див. операційну карту операції 015).

$$t_o = \frac{(7 + 4) \cdot 1}{0,42 \cdot 800} + \frac{(11 + 4) \cdot 1}{0,42 \cdot 250} = 0,16 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час переходу складається з часу на автоматичну зміну інструменту  $t_{c.и}=0,07$  хв [11] і час холостих ходів і настановних переміщень різця. Встановимо швидкість холостих ходів  $V_{x,x}=5000$  мм/хв. Тоді при довжині холостих переміщень  $l_{x,x}=250$  мм

$$t_{xx} = \frac{l_{xx}}{V_{xx}} = \frac{250}{5000} \approx 0,05 \text{ хв}$$

Додаємо час на установчі переміщення в зоні різання  $t_{уст}=0,05$  хв. Час на зміну величини и напрямок подачі  $t_{изм}=0,05$  хв.

Загальний машинно-допоміжний час переходу:

$$t_{м.в}=t_{x,x}+t_{c.и}+t_{уст}+t_{изм}=0,05+0,07+0,05+0,05=0,22 \text{ хв}$$

Перехід 3. Час на точіння прохідним різцем визначаємо з прийнятих режимів різання (див. операційну карту операції 020).

$$t_o = \frac{(8 + 4) \cdot 1}{0,5 \cdot 850} = 0,03 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час переходу складається з часу на автоматичну зміну інструменту  $t_{c.и}=0,07$  хв [11] і час холостих ходів і настановних переміщень різця. Встановимо швидкість холостих ходів  $V_{x,x}=5000$  мм/хв. Тоді при довжині холостих переміщень  $l_{x,x}=100$  мм

$$t_{xx} = \frac{200}{5000} \approx 0,04 \text{ хв}$$

Додаємо час на установчі переміщення в зоні різання  $t_{уст}=0,04$  хв. Час на зміну величини и напрямок подачі  $t_{изм}=0,05$  хв.

Загальний машинно-допоміжний час переходу:

$$t_{м.в}=t_{х.х}+t_{си}+t_{уст}+t_{изм}=0,04+0,07+0,04+0,05=0,20 \text{ хв}$$

Перехід 4. Час на точіння фаски прохідним різцем визначаємо з прийнятих режимів різання (див. операційну карту операції 020).

$$t_o = \frac{3}{0,3 \cdot 850} = 0,02 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час переходу складається з часу на автоматичну зміну інструменту  $t_{с.и}=0,07$  хв [11] і час холостих ходів і настановних переміщень різця. Встановимо швидкість холостих ходів  $V_{х.х}=5000$  мм/хв. Тоді при довжині холостих переміщень  $l_{х.х}=100$  мм

$$t_{хх} = \frac{200}{5000} \approx 0,04 \text{ хв}$$

Додаємо час на установчі переміщення в зоні різання  $t_{уст} = 0,02$  хв. Час на паузу в кінці робочого ходу  $t_{изм} = 0,05$  хв.

Загальний машинно-допоміжний час переходу:

$$t_{м.в}=t_{х.х}+t_{си}+t_{уст}+t_{пауза}=0,04+0,07+0,02+0,05=0,18 \text{ хв}$$

Перехід 5. Час на точіння розточувальним різцем визначаємо з прийнятих

режимів різання (див. операційну карту операції 020).

$$t_o = \frac{25}{0,2 \cdot 2000} + \frac{12}{0,2 \cdot 1660} = 0,14 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час переходу складається з часу на автоматичну зміну інструменту  $t_{с.и}=0,07$  хв [11] і час холостих ходів і настановних переміщень різця. Встановимо швидкість неодружених ходів  $V_{x,x}=5000$  мм/хв. Тоді при довжині холостих переміщень  $l_{x,x}=100$  мм.

$$t_{xx} = \frac{1000}{5000} \approx 0,2 \text{ хв}$$

Додаємо час на установчі переміщення в зоні різання  $t_{уст}=0,05$  хв. Час на паузу в кінці робочого ходу  $t_{изм}=0,04$  хв.

Загальний машинно-допоміжний час переходу:

$$t_{м.в}=t_{x,x}+t_{с.и}+t_{уст}+t_{пауза}=0,2+0,07+0,05+0,04=0,36 \text{ хв}$$

Перехід 6. Час на точіння прохідним різцем визначаємо з прийнятих режимів різання (див. операційну карту операції 020).

$$t_o = \frac{3}{0,3 \cdot 1520} = 0,04 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час переходу складається з часу на автоматичну зміну інструменту  $t_{с.и}=0,07$  хв [11] і час холостих ходів і настановних

переміщень різця. Встановимо швидкість неодружених ходів  $V_{x,x}=5000$  мм/хв.  
Тоді при довжині холостих переміщень  $l_{x,x}=200$  мм

$$t_{xx} = \frac{200}{5000} \approx 0,04 \text{ хв}$$

Додаємо час на установчі переміщення в зоні різання  $t_{уст}=0,04$  хв. Час на паузу в кінці робочого ходу  $t_{изм}=0,03$  хв.

Загальний машинно-допоміжний час переходу:

$$t_{м.в}=t_{x,x}+t_{си}+t_{уст}+t_{пауза}=0,22+0,20+0,18+0,36+0,18=1,14 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час, який не увійшов в автоматичний цикл  $t_{в.у}=0,17$  хв. ; допоміжний час, пов'язаний з операцією, який не увійшов в керуючу програму пов'язаний з перевіркою приходу інструменту в задану точку після обробки  $t_{в.оп}=0,05$  хв [13, карта 14, позиція 4а];  
допоміжний не перекриваючий час на вимір  $t_{в.изм}=0,05 \cdot 3=0,15$  (три циліндричні поверхні, вимірюваних штангенциркулем) [15, карта 15, лист 3, позиція 71б].

$$t_{в}=0,17+0,05+0,15=0,37 \text{ хв}$$

Поправочний коефіцієнт на час виконання ручної допоміжної роботи в залежності від партії оброблюваних деталей  $K_{тв}=1,00$  при оперативному часі до 8 хв. і кількості деталей в партії  $n=100$  [13, карта 1, позиція.1д].

Сума:

$$(a_{тех} + a_{орг} + a_{отл})=10\%$$

Тоді штучний час на операцію 020 Токарна с ЧПУ складе:

$$t_{шт} = (1,53 + 0,37 \cdot 1,00) \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 1,87 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час  $T_{п-3}$

Час на отримання наряду, креслення, технологічну документацію та ріжучій і вимірювальний інструмент в інструментально-роздавальній коморі становить 9,0 хв [13, карта 22, позиція.2]; час на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією 2,0 хв [13, карта 22, позиція.3], час на інструктаж майстра 2,0 хв [13, карта 22, позиція.4].

Таким чином:

$$T_{п-31} = 9,0 + 2,0 + 2,0 = 13,0 \text{ хв}$$

Час на налагодження верстата, пристосувань, інструменту складається з часу на установку первісний режим обробки 0,3 хв [13, карта 22, позиція 8], встановлення ріжучих інструментів в револьверну головку і їх зняття (чотири інструменти)  $4 \cdot 1,0 = 4$  хв [13, карта 22, позиція 18], набір програми кнопками на пульті УЧПУ і її перевірки  $0,4 \cdot 8 = 3,2$  хв (де 0,4 хв - час на один розмір) [13, карта 22, позиція 24], часу на установку вихідних координат X і Z (настройка на нульове положення) - 2,5 хв [13, карта 22, позиція 25], часу на настроювання пристрою для подачі СОЖ - 0,3 хв [13, карта 22, позиція 26].

Таким чином:

$$T_{п-32} = 0,3 + 4,0 + 3,0 + 2,5 + 0,3 = 10,3 \text{ хв}$$



Час на пробну обробку складається з часу на пробну обробку деталі для чотирьох інструментів і чотирьох вимірюваних по діаметру поверхонь (двох внутрішніх поверхонь і однієї канавки становить 12,1 хв [13, карта 29, поз.9].

Таким чином:

$$T_{п-з пр.обр} = 12,1 + t_{ца} = 12,1 + 1,53 \approx 13,63 \text{ хв}$$

Повний підготовчо-заключний час:

$$T_{п-з} = 13 + 10,3 + 13,63 \approx 36 \text{ хв}$$

Таким чином технічна норма часу при виконанні операції 020 Токарна с ЧПУ складе:

$$T_{шт.к} = \frac{36}{100} + 1,87 = 2,23 \text{ хв}$$

Результат нормування інших операцій механічної обробки представлений в комплекті технологічної документації в відповідних графах операційних карт.

Технологічне налаштування обладнання. Розглянемо технологічну настройку верстата на прикладі Токарська з ЧПУ (020). Налагодження верстата з ЧПУ включає в себе підготовку ріжучого інструменту і технологічного оснащення, розміщення робочих органів верстата і технологічного оснащення в вихідному для роботи положенні, пробну обробку першої деталі, внесення корективів в положення інструменту, набір керуючої програми, виправлення помилок і недоліків керуючої програми, пробну обробку деталі

Налагодження ріжучого інструменту включає в себе розміщення і закріплення його в револьверній голівці в послідовності відповідної технологічному процесу.

Налаштування «нуля» на даній операції виконується в певній послідовності. По осі Z проводиться контрольне підрізування торця, після чого проводиться вимірювання дійсної величини від "нуля верстата" (торець шпинделя) до підрізаного торця і внесення отриманої величини в керуючу програму. Аналогічно відбувається налаштування по осі X, тільки при цьому проводиться контрольна проточка зовнішньої циліндричної поверхні.

### 1.12 Технологічні параметри верстата

Для визначення партії деталі необхідно розрахувати річну та місячну програму запуску.

Визначаємо річну програму запуску:

$$N_3 = N \cdot 1.15 \text{ шт/рік}, \quad (1.33)$$

$$N_3 = 5200 \cdot 1.15 = 5980 \text{ шт/рік}$$

Місячну програму запуску деталі

$$V_{3.M} = \frac{N_{3M}}{12} \text{ шт/м}, \quad (1.34)$$

$$V_{3.M} = \frac{5980}{12} = 498 \text{ шт/м}$$

Приймаємо  $N_{3.M} = 500$  шт

Розрахунок величини партії деталі для одночасного запуску виконується для серійного виробництва:

$$n \approx \frac{N_{3.м} \cdot a}{F_3} = \frac{500 \cdot 7}{21} = 167 \text{ шт} \quad (1.35)$$

де  $N_{3.м} = 500$  – місячна програма запуску деталей, шт.;

$a = 5...10$  – необхідний запас для забезпечення безперервної роботи складального цеху або ділянки, днів. Приймаємо  $a = 7$  днів;

$F_3 = 21$  – ефективний місячний фонд часу роботи, днів.

При річній програмі випуску:

$$N = 5200 \text{ шт/рік};$$

$$N_3 = 5980 \text{ шт/рік};$$

$$N_{3.м} = 500 \text{ шт.}$$

Визначення кількості місць на ділянці. Вихідні дані для визначення кількості робочих місць приведені в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 - Норми часу на обробку колеса зубчатого

№ опер.	Найменування операції	Модель Станка	$t_{шт.},$ хв	Тп-з, хв	$t_{шт.к.},$ хв.
1	2	3	4	5	6
015	Токарно-гвинторізна	16К20	2,90	12	3,14
020	Токарна с ЧПУ	16Б16Т1	1,87	28	2,23
025	Горизонтально-протяжна	7Б56	0,83	24	1,09
035	Токарна с ЧПУ	16Б16Т1	1,94	36	2,30
040	Горизонтально-фрезерна	6Н82	0,74	13	0,99
045	Вертикально-свердлувальна	2Н118	0,54	20	0,71
050	Зубофрезерна	5К324	4,37	13	4,69
060	Зубошлифовальна	5В833	3,02	12	3,29
$\Sigma t_{шт.к.i}$					18,44

Визначаємо кількість робочих місць на операціях і коефіцієнти їх завантаження. Для цього визначаємо середню трудомісткість на ділянці:

$$t_{\text{шт.к.ср}} = \frac{\sum t_{\text{шт.к.}i}}{n}, \quad (1.36)$$

де  $\sum t_{\text{шт.к.}i}$  – сумарне штучно-калькуляційний час;

$n$  – кількість операцій.

$$t_{\text{шт.к.ср}} = \frac{3,14 + 2,23 + 1,09 + 2,30 + 0,99 + 0,71 + 4,69 + 3,29}{8} = \frac{18,44}{8} = 2,30 \text{ х} \quad (1.37)$$

Визначаємо середню загрузку одного робочого місця даної деталю в місяць:

$$T_{\text{ср.м}} = N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт.к.ср}} = 500 \cdot 2,3 = 1150 \text{ хв} \quad (1.38)$$

Визначаємо питому трудомісткість місячної програми запуску деталі:

$$T_{\text{N\%}} = \frac{100 \cdot T_{\text{ср.м}}}{60 \cdot F_{\text{э.м.}}} = \frac{100 \cdot 1150}{60 \cdot 300} = 6,39\% \quad (1.39)$$

де  $F_{\text{э.м.}}$  – ефективний фонд часу роботи обладнання;

приймаємо  $F_{\text{э.м.}} = 300$  годин при числі змін в місяць  $j=45$

Визначаємо тривалість випуску деталі за місяць:

$$\Phi = \frac{j \cdot T_{\text{N\%}}}{100} = \frac{45 \cdot 6,39}{100} = 2,88 \quad (1.40)$$

Приймаємо  $\Phi = 3$  зміни

Визначаємо місячний ефективний фонд часу роботи обладнання:

$$f_{\text{э.м.}} = \frac{F_{\text{э.м.}} \cdot \Phi}{j} = \frac{300 \cdot 3}{45} = 20 \text{ год} \quad (1.41)$$

Визначаємо розрахункову кількість верстатів на кожній операції за формулою:

$$C_{pi} = \frac{N_{з.м} \cdot t_{шт.к.і}}{60 \cdot f_{з.м}} \quad (1.42)$$

І коефіцієнт загрузки обладнання за формулою:

$$K_{3i} = \frac{C_{pi}}{C_{пpi}} \quad (1.43)$$

Тоді:

$C_{p1} = \frac{500 \cdot 3,14}{60 \cdot 20} = 1,308$	$C_{пp1} = 2$	$K_{31} = \frac{1,31}{2} = 0,655$
$C_{p2} = \frac{500 \cdot 2,23}{60 \cdot 20} = 0,929$	$C_{пp2} = 1$	$K_{32} = \frac{0,929}{1} = 0,929$
$C_{p3} = \frac{500 \cdot 1,09}{60 \cdot 20} = 0,454$	$C_{пp3} = 1$	$K_{33} = \frac{0,454}{1} = 0,454$
$C_{p4} = \frac{500 \cdot 2,30}{60 \cdot 20} = 0,95$	$C_{пp4} = 1$	$K_{34} = \frac{0,95}{1} = 0,95$
$C_{p5} = \frac{500 \cdot 0,99}{60 \cdot 20} = 0,412$	$C_{пp5} = 1$	$K_{35} = \frac{0,412}{1} = 0,412$
$C_{p6} = \frac{500 \cdot 0,71}{60 \cdot 20} = 0,296$	$C_{пp6} = 1$	$K_{36} = \frac{0,296}{1} = 0,296$
$C_{p7} = \frac{500 \cdot 4,69}{60 \cdot 20} = 1,954$	$C_{пp7} = 3$	$K_{37} = \frac{1,954}{3} = 0,651$
$C_{p8} = \frac{500 \cdot 3,29}{60 \cdot 20} = 1,371$	$C_{пp8} = 2$	$K_{38} = \frac{1,371}{2} = 0,686$

Результати розрахунку приведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Кількість верстатів на ділянці

№ опер.	Модель верстату	$t_{шт.к.},$ хв.	$C_p$	$C_{пр}$	$K_3, \%$
015	16K20	3,14	1,308	2	65,5
020	16B16T1	2,23	0,929	1	92,9
025	7B56	1,09	0,454	1	45,4
035	16B16T1	2,30	0,950	1	95,0
040	6H82	0,99	0,412	1	41,2
045	2H118	0,71	0,296	1	29,6
050	5K324	4,69	1,954	3	65,1
060	5B833	3,29	1,371	2	68,6
Разом		18,44	7,674	12	64

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування зубофрезерного пристосування

Проектуємо пристосування на операцію 040 Зубофрезерний. На цій операції проводиться фрезерування зубів за два проходи. Дана операція проводиться на зубофрезерних напівавтоматі моделі 53А30.

Теоретична схема базування на операцію свердління представлена в пункті 1.7 Схемою базування на операцію є комплект баз установча-подвійна опорна-опорна.

Розрахуємо силу затиску.

На рис.2.1 приведена розрахункова схема дії сил: сили різання, реакції опор, сил тертя і затискних сил.

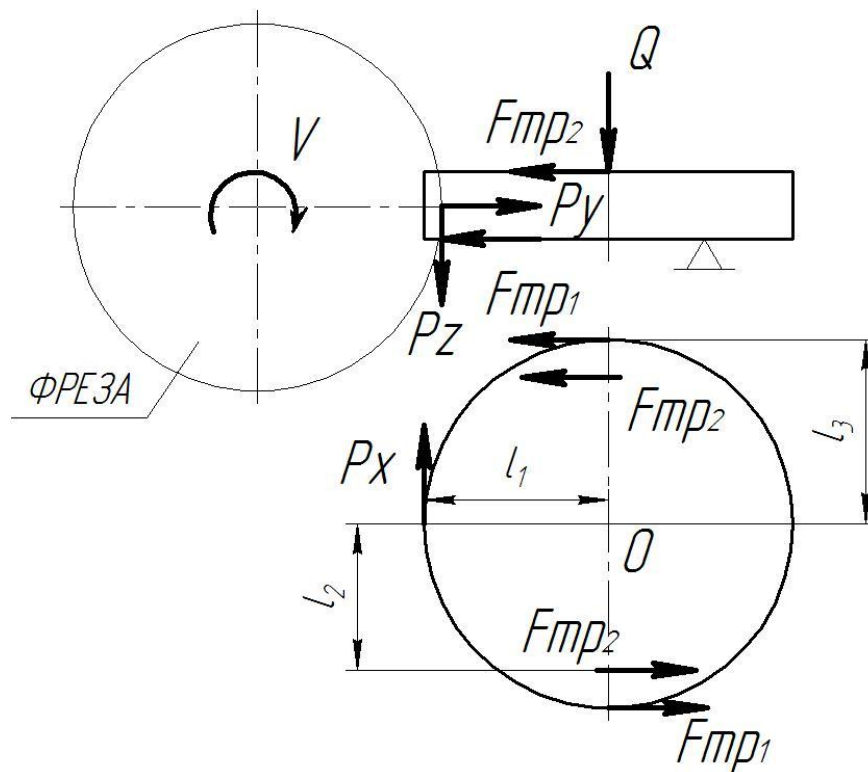


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема дії сил

На рисунку приведені сили різання виникаючі при фрезеруванні, а також сили, що виникають на поверхнях настановних елементів пристосування.

Розрахуємо необхідну силу затиску.

Режими різання згідно операційної карти 015:

ширина фрезерування  $B=45$  мм;

подача на зуб  $s_z=0,08$  мм/зуб;

подача хвилинна  $s_M=200$  мм/хв

частота обертів  $n=315$  об/хв;

Головна складова сили різання при фрезеруванні – окружна сила  $P_z$ :

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (2.1)$$

де  $C_p, x, y, n, q, w$ - емпіричні коефіцієнти;

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.2)$$

де  $\sigma_B=1000$  Мпа

$n=0,3$  при визначенні окружної сили  $P_z$

$$K_{mp} = \left( \frac{1000}{750} \right)^{0.3} = 1,12$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7^{0,86} \cdot 0,107^{0,72} \cdot 11^1 \cdot 14}{112^{0,86} \cdot 125^0} \cdot 1,12 = 2168 \text{ Н}$$

Складові сили різання при фрезеруванні (симетричне фрезерування):

$$P_x/P_z=0,4, \quad (2.3)$$

$$P_x=0,4 \cdot P_z=0,4 \cdot 2168=867 \text{ Н}$$



Складемо рівняння моментів навколо т.О:

$$\Sigma M(O) = 0$$

$$l_1 \approx 59 \text{ мм}$$

$$l_2 = l_3 \approx 50 \text{ мм}$$

$$P_x \cdot l_1 = Q \cdot f \cdot l_2 + (Q + P_z) \cdot f \cdot l_3, \quad (2.4)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя;  $f=0,15$

$$Q = \frac{P_x \cdot l_1 - P_z \cdot f \cdot l_3}{f \cdot l_2 + f \cdot l_3} = \frac{857 \cdot 59 - 2168 \cdot 0.15 \cdot 50}{0.15 \cdot 50 + 0.15 \cdot 50} = 2326 \text{ Н}$$

Для забезпечення надійного закріплення вводимо в розрахунок коефіцієнт запасу  $k$ , який розраховуємо за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.5)$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу;

$k_0=1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1=1,2$  – враховує стан базових поверхонь;

$k_2=1,8$  – враховує затуплення інструменту;

$k_3=1,0$  – враховує ударне навантаження на інструмент;

$k_4=1,0$  – враховує стабільність сил, що розвиваються приводом;

$k_5=1,0$  – враховує зручність управління нажимними механізмами з ручним приводом;

$k_6=1,0$  – враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

Всі коефіцієнти визначаємо за довідковою літературою [9].

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \approx 3.24$$

Тоді необхідна сила на штоку складе:

$$W=Q \cdot k=2326 \cdot 3,24=7536 \text{ Н}$$

## 2.2 Проектування контрольного пристосування

*Аналіз вихідних даних.*

Контрольне пристосування призначене для комплексного контролю биття різних поверхонь і елементів зубчастого колеса.

Конструкція пристосування являє собою плиту 2 на якій встановлена обертаюча каретка 3 і набір індикаторних стійок (6 і 9). Обертання каретки 3 здійснюється за рахунок установки її на сепараторі 16 з кульками, розміри яких підібрані з діапазоном допуску розміру 10 мкм. На каретку 3 можлива установка різних оправок (на кресленні 20), тим самим роблячи пристосування універсальним переналагоджуваним для широкого діапазону розмірів зубчастих коліс.

Для проектованої деталі здійснюється контроль торцевого биття базового торця і радіальне биття діаметра виступів.

Вимірювання радіального биття здійснюється за рахунок вимірювальних наконечників спеціальної форми і розміру. Для контролю ділильного діаметру у вигляді конуса з кутом  $40^\circ$ , а для контролю діаметра виступів - у вигляді кульки.

Для проведення контролю деталей, встановлена на змінну шлицевому оправленню 20, встановлюється на центруючий палець каретки 3.

Для контролю торцевого биття до контрольованої поверхні підводиться наконечник 33. Через важіль 19 з співвідношенням плечей 1: 1 контакт передається на наконечник індикатора.

Для здійснення вимірювання необхідно виконати не менше одного повороту каретки з заготівлею і визначити граничні (максимальне і мінімальне показання індикатора). Для вимірювання радіального биття діаметрів

(ділильного і виступів) колеса після установки необхідного наконечника також необхідно виконати обертання каретки.

Причому необхідно дискретне провертання зубчастого колеса вручну. При цьому конічний наконечник послідовно вводиться в кожну западину колеса, а сферичний наконечник послідовно торкається діаметру виступів. Різниця положень наконечника за повний оборот колеса характеризує величину радіального биття зубчастого вінця.

Розрахуємо точності операції контролю.

Сумарна похибка вимірювання  $\Delta_{\Sigma}$ , не повинна перевищувати допустимої похибки вимірювання  $[\Delta_{\Sigma}]$

$$\Delta_{\Sigma} \leq [\Delta_{\Sigma}]$$

Для оцінки похибки вимірювання необхідно враховувати похибку засобів вимірювання (індикатору) і похибку базування (максимальний зазор в з'єднанні оправлення-деталь). Похибкою зусилля вимірювання та суб'єктивною похибкою оператора можна знехтувати.

### 3. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

#### 3.1 Побудова графіка завантаження обладнання

Норми часу на обробку і кількість верстатів на ділянці визначені в таблицях 1.8 і 1.9.

Побудуємо графік завантаження устаткування і позначимо на графіку середній коефіцієнт завантаження устаткування  $\eta_{зсп}$ .

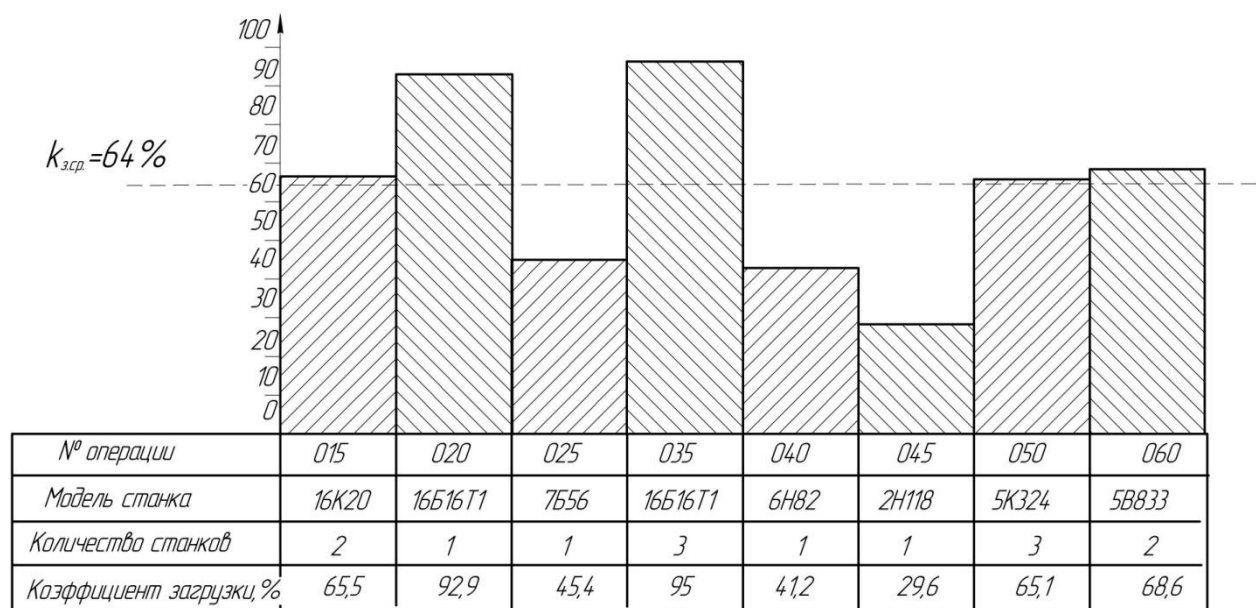


Рисунок 3.1 - Графік завантаження обладнання для потокової лінії

#### 3.2 Визначення технологічного циклу виготовлення партії деталей

З огляду на програму випуску, тип виробництва і конструктивні особливості деталі в якості організаційної форми виробництва виберемо предметний ділянку, як форму організації робіт найбільш властиву серійного типу виробництва.

При цій формі організації верстати розташовуються в послідовності технологічних операцій для декількох деталей, що вимагають одного порядку обробки. У цій же послідовності утворюється і рух деталей. Обробка деталей

проводиться партіями. Час виконання різних операцій не погоджено. Виготовлені деталі під час роботи зберігаються у верстатів (спостерігається пролежування деталей в очікуванні звільнення верстатів від інших деталей), а потім транспортуються цілої партією.

Оптимальна партія деталей, оброблюваних з одного налагодження устаткування була визначена заздалегідь в п.1.8 і може бути уточнена при аналізі тривалості технологічного циклу.

Рух партії деталей організуємо паралельно-послідовно. Даний вид руху є найбільш характерним для серійного виробництва і забезпечує рівномірне завантаження верстатів

Технологічний цикл при паралельно-послідовному вигляді руху скорочується за рахунок зміщення виконуваних операцій.

Вибираємо транспортну партію. Транспортна партія передається на наступну операцію тільки при звільненні верстата по виконанню відповідної операції. Приймаємо транспортну партію  $p = 50$  шт.

Загальна тривалість циклу в цьому випадку складе:

$$T_{нар-нос} = n \cdot \sum \frac{t_{шт.к.i}}{C_{pi}} - (n - p) \left( \frac{t_{шт.к.i}}{C_{pi}} \right)_{кор} \quad (3.1)$$

де  $n$  – операційна партія;

$\left( \frac{t_{шт.к.i}}{C_{pi}} \right)_{кор}$  – найменше співвідношення для кожної пари суміжних операцій

технологічного процесу.

$p$  – транспортна партія;

$$T_{нар-нос} = 100 \left( \frac{3,14}{2} + \frac{2,23}{1} + \frac{1,09}{1} + \frac{2,30}{1} + \frac{0,99}{1} + \frac{0,71}{1} + \frac{4,69}{3} + \frac{3,29}{2} \right) -$$

$$- (100 - 50) \left( \frac{3,14}{2} + \frac{1,09}{1} + \frac{1,09}{1} + \frac{0,99}{1} + \frac{0,71}{1} + \frac{0,71}{1} + \frac{4,69}{3} \right) = 823,65 \text{ хв.}$$

Будуємо графік руху деталей (див. рис.3.2).

### 3.3 Організація обслуговування робочих місць на ділянці

Визначаємо тривалість ремонтного циклу для обладнання ділянки за такою формулою:

$$T_{р.ц} = A \cdot K_{т.п.} \cdot K_{о.м.} \cdot K_y \cdot K_{к.с.}, \text{ год.}, \quad (3.2)$$

де  $A$  - встановлений норматив часу оперативної роботи верстата, станко /год.;

$K_{т.п.}$  - коефіцієнт, що враховує тип виробництва;

$K_{о.м.}$  - коефіцієнт, що враховує матеріал, що обробляється на верстатах нормальної точності;

$K_y$  – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації обладнання;

$K_{к.с.}$  – коефіцієнт, що враховує вагові характеристики верстатів.

У цьому технологічному процесі використовуються верстати з лезовий інструментом. Приймаються наступні значення для верстатів з лезовий інструментом:

$A = 24000$  станко/год.;

$K_{т.п.} = 1,3$  - для серійного типу виробництва;

$K_{о.м.} = 1$  - для стали;

$K_y = 1,1$  - для лезвийного інструменту;

$K_{к.с.} = 1$  – для середніх верстатів.

$$T_{р.ц}^л = 24000 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 34320 \text{ год.}$$

# ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА УЧАСТКЕ

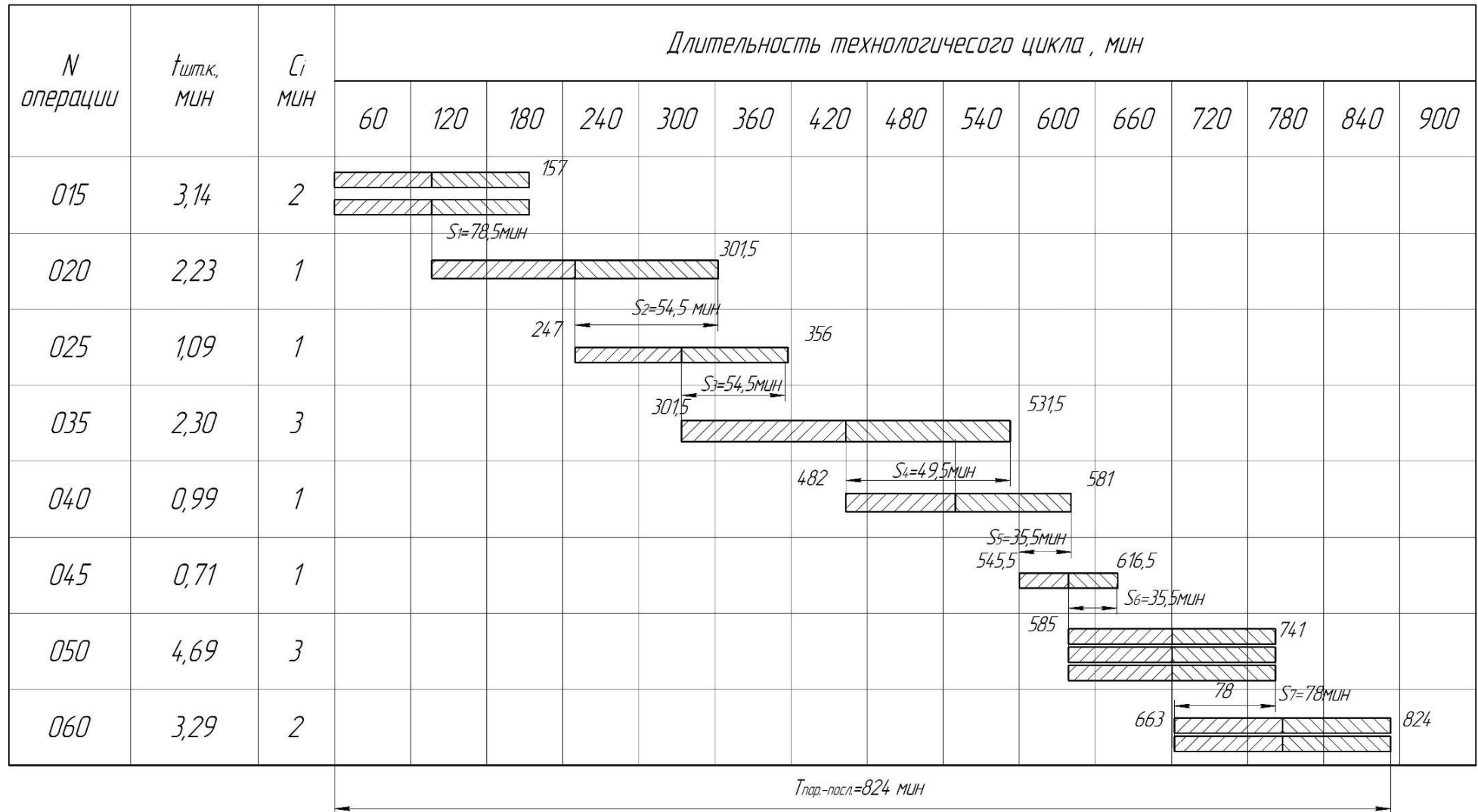


Рисунок 3.1 - Графік руху деталей



Визначити тривалість ремонтного циклу в роках для верстатів з лезовий інструментом:

$$T_{\text{р.ц.}}^{\text{год}} = \frac{T_{\text{р.ц.}}}{\Phi_{\text{д.о}}} = \frac{34320}{4015} = 8,548 \quad (3.3)$$

де  $\Phi_{\text{д.о.}} = 4015$  – річний ефективний фонд часу роботи обладнання, год.

Структура міжремонтного циклу для верстатів з лезовий інструментом, що використовуються в технологічному процесі, вагою до 10 т:

К-О-М-О-М-О-С-О-М-О-М-О-С-О-М-О-М-О-К.

Тривалість міжремонтного періоду в місяцях:

$$T_{\text{р.ц.}}^{\text{мес}} = \frac{T_{\text{р.ц.}}^{\text{год}} \cdot 12}{\Pi_{\text{с}} + \Pi_{\text{м}} + 1} = \frac{8,548 \cdot 12}{2 + 6 + 1} = 11,4 \quad \text{міс.} \quad (3.4)$$

де  $\Pi_{\text{с}}, \Pi_{\text{м}}$  - кількість відповідно середніх і малих ремонтів.

Тривалість межосмотрового періоду в місяцях:

$$T_{\text{мо.п}}^{\text{мес}} = \frac{T_{\text{р.ц.}}^{\text{год}} \cdot 12}{\Pi_{\text{с}} + \Pi_{\text{м}} + \Pi_{\text{о}} + 1} = \frac{8,548 \cdot 12}{2 + 6 + 9 + 1} = 5,7 \quad \text{міс.} \quad (3.5)$$

де  $\Pi_{\text{о}}$  - кількість оглядів.

Визначаємо трудомісткість ремонту для 2 верстатів: токарного з ЧПУ 16Б16Т1 і горизонтально-фрезерного 6Н82.

Трудомісткість ремонту:

$$T_{\text{рем}} = P \cdot H \cdot C, \quad \text{год.}, \quad (3.6)$$

де  $P$  - категорія ремонтної складності устаткування;

$H$  - норма часу на одиницю ремонтної складності, год;

$C = 1$  – кількість одиниць однойменного обладнання.

Трудомісткості ремонтів для верстата 16Б16Т1 ( $P = 10$ ), год.:

– капітального  $T_{\text{рем}}^{\text{К}} = 10 \cdot 10 \cdot 1 = 100$  ;

– середнього  $T_{\text{рем}}^{\text{С}} = 10 \cdot 7 \cdot 1 = 70$  ;

– малого  $T_{\text{рем}}^{\text{М}} = 10 \cdot 2 \cdot 1 = 20$  ;

– огляду  $T_{\text{рем}}^{\text{О}} = 10 \cdot 0,1 \cdot 1 = 1$  .

Трудомісткості ремонтів для верстата 6Н82 ( $P = 14$ ), год.:

– капітального  $T_{\text{рем}}^{\text{К}} = 14 \cdot 10 \cdot 1 = 140$  ;

– середнього  $T_{\text{рем}}^{\text{С}} = 14 \cdot 7 \cdot 1 = 98$  ;

– малого  $T_{\text{рем}}^{\text{М}} = 14 \cdot 2 \cdot 1 = 28$  ;

–огляду  $T_{\text{рем}}^{\text{О}} = 14 \cdot 0,1 \cdot 1 = 1,4$  .

Кількість одиниць ремонтної складності вибираємо згідно єдиній системі планово-попереджувальних ремонтів обладнання. Дані по нормам часу на окремі види ремонту наведені в [16].

За отриманими даними будуємо річний графік ремонтних робіт по верстатах 16Б16Т1 и 6Н82.

Таблиця 3.1 - Графік ремонту обладнання ділянки на рік

№ верстата	Модель верстата	Категорія ремонтної складності	Дата останнього ремонту	Види ремонтних робіт												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	16Б16Т1	10	$\frac{\text{VII.2016}}{\text{С}}$	$\frac{1}{\text{О}}$							$\frac{20}{\text{М}}$					
2	6Н82	14	$\frac{\text{IX.2016}}{\text{О}}$		$\frac{1,4}{\text{О}}$							$\frac{28}{\text{М}}$				

### 3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників цеху

Кількість робочих місць (верстатів) в цеху визначаємо виходячи з річної трудомісткості робіт в цеху. За даними базового підприємства сумарна трудомісткість робіт в цеху становить  $T_{цех}=198\ 545$  нормо-годин. Тоді кількість робочих місць можна визначити за формулою:

$$C_{p.ц} = \frac{T_{цех}}{\Phi_{д.о} \cdot K_{в.н} \cdot K_3}, \quad (3.7)$$

де  $\Phi_{д.о.}$  – ефективний річний фонд часу роботи верстатів, год;

$T_{цех}$  – трудомісткість робіт в цеху;

$K_{в.н}$  – коефіцієнт виконання норм виробітку (для механічних цехів серійного виробництва  $K_{в.н} = 1,08$ ).

$K_3$  – середній коефіцієнт завантаження робочих місць для обраного типу виробництва (для дрібносерійного виробництва  $K_3 = 0,85$ ).

$\Phi_{д.о} = 4015$  год;

$$C_{p.ц} = \frac{198545}{4015 \cdot 1,08 \cdot 0,85} = 53,87 \text{ робочих місць}$$

Приймаємо  $C_{p.ц} = 54$  місця.

Визначимо кількість основних робітників у цеху:

$$P_o = \frac{T_{цех}}{60 \cdot \Phi_p \cdot K_{в.н}}, \quad (3.8)$$

де  $\Phi_p$  – Ефективний річний фонд часу роботи робочого (в годинах).

$\Phi_p = 1950$  год.;

$$P_o = \frac{198545}{1950 \cdot 1,08} \approx 94,27$$

Приймаємо  $P_o = 95$  чоловік.

Розрахуємо кількість допоміжних робітників, до яких відносять:

- робітників ремонтних та інструментальних служб;
- транспортних і підсобних робітників;
- робочих складів і комор і т.п.

Для механічних цехів середнесерійного виробництва чисельність допоміжних робітників становить 20 - 25% чисельності основних робочих.

$$P_g = 0,25 \cdot P_o = 0,25 \cdot 95 = 23,75 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $P_g = 24$  чоловік.

Чисельність ІТП, ЛКП, МОП визначають залежно від загальної чисельності основних і допоміжних робітників:

$$\text{ІТП} = 11 - 13\%;$$

$$\text{ЛКП} = 4 - 5\%;$$

$$\text{МОП} = 2 - 3\%.$$

Чисельність ІТР, ЛКП, МОП відповідно:

$$P_{\text{ІТР}} = (P_o + P_g) \cdot 0,13 = (95 + 24) \cdot 0,13 = 15,47 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $P_{\text{ІТР}} = 16$  чол.

$$P_{\text{ЛКП}} = (P_o + P_g) \cdot 0,05 = (105 + 37) \cdot 0,05 = 5,95 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $P_{\text{скл}} = 6$  чол.

$$P_{\text{МОП}} = (P_o + P_g) \cdot 0,03 = (105 + 37) \cdot 0,03 = 3,57 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $P_{\text{мон}} = 4$  чол.

Всього штат цеху становить:

$$P_{\text{цех}} = 95 + 24 + 16 + 6 + 4 = 145 \text{ чол.}$$

Розрахунок складу персоналу цеху проведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Склад персоналу цеху

Категорія персоналу	Дані для розрахунку	Кількість
Основні робочі	$P_o$	95
допоміжні робітники	$(20-25\%) P_o$	24
ІТР	$(11-13\%) P_o$	16
ЛКП	$(4-5\%) P_o$	6
МОП	$(2-3\%) P_o$	4
Всього		145

### 3.5 Вибір і обґрунтування основних характеристик виробничої будівлі

Для розміщення механоскладального виробництва вибираємо одноповерхову безкранову будівлю, так як в безкранових прольотах рекомендується розміщувати механічні цеху для обробки середніх та дрібних деталей, складальні цехи і ділянки, що відповідає заданим умовам.

Для будівлі вибираємо повний каркас. У будівель з повним каркасом вертикальними несучими елементами є колони; зовнішні стіни виконують функції огорожувальних елементів. Для будівлі цеху застосовуємо уніфіковану сітку колон з розмірами  $12 \times 18$  м., так як вона є основною сіткою кращого застосування. По периметру будівлі (під стінами) приймаємо крок рівний 6 м., всередині будівлі - 12 м.

Висоту прольоту визначаємо, як відстань від рівня підлоги будівлі до нижньої затяжки несучої ферми (так як вибрано безкранову будівлю). Попередньо висоту прольоту розраховуємо, виходячи з типу підйомно-транспортного обладнання, габаритів оброблюваних деталей і висоти технологічного обладнання.

Визначимо висоту прольоту цеху по формулі:

$$H=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5+A_6, \quad (3.9)$$

де  $A_1$  – висота обладнання по прольоту,  $A_1=2590$  мм;

$A_2$  – страхової зазор,  $A_2=400$  мм;

$A_3$  – габарит вантажу,  $A_3=1000$  мм;

$A_4$  – висота строп,  $A_4=900$  мм;

$A_5$  – резерв в верхньому положенні крана,  $A_5=500$  мм;

$A_6$  – відстань від несучої ферми до гака крана,  $A_6=1200$  мм.

$$H=2590+200+1000+800+500+1200=5800 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартну висоту прольоту  $H = 6000$  мм, що відповідає уніфікованому значенням згідно з чинними нормами технологічного проектування.

### **3.6 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання**

На проектуємо ділянці в якості міжопераційного транспорту приймаємо підлогові візки. Заготовки передаються з операції на операцію транспортної партією в розмірі 50 штук (маса візка приблизно 55 - 60 кг). Для обслуговування і ремонту устаткування, а також можливого демонтажу обладнання встановлюємо на ділянці консольні поворотні крани з електроталь. Вантажопідйомність консольних кранів приймаємо 0,5 т, виліт стріли 5м, час кранової операції приблизно 1 хв.

Для своєчасної доставки заготовок на проєктовану ділянку і увоз готових деталей з ділянки, а також перевезення між ділянками і відділеннями цехи (складальний ділянку, ділянку оксидування, контрольні, складські, ремонтні та інші ділянки) застосовуємо підлоговий колісний транспорт електровізки з навантажувачами електрокари.

Обґрунтування верстатного відділення.

Розташування верстатів на ділянці механічної обробки визначається організаційною формою виробничого процесу, довжиною верстатного ділянки, числом верстатів і видом міжопераційного транспорту.

Залежно від довжини технологічного потоку і довжини верстатного ділянки застосовують однорядне або багаторядний розміщення верстатів. При цьому для забезпечення прямоточності зону заготовок розташовують з боку одного проїзду, а кінець лінії - з протилежного боку в напрямку подальшого переміщення деталей на подальшу обробку.

Для проєктованої ділянки розмістимо верстати в один ряд з поздовжнім і кутовим положенням верстатів. Фронтальне поздовжнє розміщення верстатів по відношенню до транспортного засобу забезпечує найбільш сприятливі умови для обслуговування робочих місць. Кутове розташування застосовується для протяжного обладнання з метою економії виробничих площ.

При розміщенні обладнання у відповідності з обраним варіантом, необхідно забезпечити встановлені нормами відстані між обладнанням при їх розміщенні [15]. Вони залежать від габаритних розмірів обладнання і встановлюють від крайніх положень рухомих частин верстата до відкриваються дверей верстатів, встановлених окремо стійок і шаф, колон і стін будівлі.

Верстати можуть встановлювати на індивідуальний фундамент, на стрічковий, на індивідуальний спеціальний фундамент, можуть встановлюватися на підлозі цеху без фундаменту, але з використанням віброізоляційних опор, без фундаменту і інших додаткових пристроїв.

Устаткування на ділянці розташовується по ходу обробки типовий деталі,

що забезпечує принцип прямо точності виробничого процесу і дозволить скоротити час на вантажні переміщення. На ділянках такої форми спеціалізації обробляються деталі, схожі за технологічним процесом.

Приймається фронтальне розташування верстатів щодо поздовжнього проїзду в два ряди. При такому розташуванні устаткування щодо поздовжнього проїзду, коли верстат фронтальною стороною звернений до проїзду, спрощується подача до верстата заготовок, інструменту, видалення стружки, підведення комунікацій.

Прийmemo за рекомендаціями [19] ширину поздовжнього проїзду рівній 3 м для проїзду внутрішньоцехового транспорту. Ширину магістральних проїздів, за якими здійснюються міжцехових перевезення, приймаємо рівної 4 м.

Для ділянки середньосерійного виробництва кількість стружки визначаємо укрупнено. Нормативне значення для середніх верстатів становить 5,5 ... 7,5 кг / год. [15]. Вид і групу стружки для ділянки визначаємо по таблиці [15]. При обробці стали на обладнання, встановленому на ділянці буде утворюватися наступна стружка: група IV-я, вид - середній в'юн довжиною 100 ... 200 мм перетином 20 ... 30 мм<sup>2</sup>. При виборі способів видалення стружки визначають її кількість як різниця маси заготовок і деталей.

При виборі способів видалення стружки визначають її кількість як різниця маси заготовок і деталей. Тоді на одну деталь доводиться:

$$m_3 - m_d = 1,330 - 1,003 = 0,237 \text{ кг стружки.}$$

Технічне рішення по організації збору та транспортування стружки залежить від річної кількості стружки, утвореного на 1 м<sup>2</sup> ділянки.

$$V = m_{\text{стружки}} \cdot N = 0,237 \cdot 5200 = 1232,5 \text{ кг}$$



При такій кількості стружки в рік на ділянці площею 340м<sup>2</sup> вибираємо прибирання стружки механізовану із застосуванням ручної праці. Стружку збирають біля верстатів в тару і доставляють в відділення її збору та переробки.

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Калькуляція собівартості деталі

Визначення собівартості виготовлення деталі будемо вести методом прямого калькулювання (поелементний метод). Для цього необхідно виконати розрахунок окремих складових собівартості.

Вартість основних матеріалів визначена в п.1.6 Вибір заготовки становить:

$$C_m = 86,82 \text{ грн.}$$

Визначаємо основну зарплату основних робітників цеху:

$$Z_{осн} = C_2 \cdot T_{цех} \cdot 1,43 \quad (4.1)$$

де  $Z_{осн}$  – основна зарплата основних робочих, грн.

$T_{цех}$  – Річна трудомісткість робіт, виконуваних основними робочими цеху, норма-годину; згідно заводським даними;

$T_{цех} = 200\,000$  год.

1,43 – коефіцієнт, що враховує всі доплати до прямої зарплати;

$C_2$  – середня тарифна ставка,  $C_2 = 72$  грн./год.

$$Z_{осн} = 72 \cdot 200000 \cdot 1,43 \approx 20\,592\,000 \text{ грн.}$$

Визначаємо зарплату основних робітників ділянки по випуску деталі (дані і результати зводимо в таблицю 5.13.)

- середня заробітна плата ІТР – 3925 грн.
- середня заробітна плата МОП – 1700 грн.
- середня заробітна плата ЛКП – 2950 грн.
- середня заробітна плата допоміжних робітників – 3025 грн.

Раніше визначено кількість допоміжних робітників  $P_B = 24$  чоловік, працівників ІТР  $P_{ІТР} = 16$  чоловік, лічильно-контрського персоналу  $P_{ЛКТ} = 6$  людина, молодший обслуговуючий персонал  $P_{МОП} = 4$  чел.

Таблиця 4.1 - Фонд зарплати основних робочих

№ опер	Найменування операції	$t_{шт. к}$ , нормо/ год	Розряд робіт	Годинна тарифна ставка	Основний фонд зарплати, грн.		
					пряма зарплата	доплати (43%)	$\Sigma$ , грн.
20	Токарно-гвинторізний	0,052	III	62	3,2	1,38	4,58
25	Токарська з ЧПУ	0,037	IV	62	2,64	1,14	3,78
30	Горизонтально протяжна	0,018	III	62	1,13	0,49	1,62
35	Токарська з ЧПУ	0,038	IV	71	2,71	1,17	3,85
45	Горизонтально фрезерна	0,017	III	62	1,15	0,44	1,59
75	Вертикально-свердлувальний	0,012	III	62	0,5	0,32	0,82
85	Зубофрезерний	0,078	IV	71	5,5	2,39	7,89
100	Зубо-шліфувальна	0,055	IV	71	4,1	1,7	5,8
Итого:		0,3073			20,93	9,03	29,93

Визначаємо фонд зарплати для ІТП, ЛКП, МОП, виходячи з їх чисельності і місячних посадових окладів  $D_m$  за формулою  $Z = D_m \cdot 12 \cdot P$ ;

$$Z_B = 6050 \cdot 12 \cdot 24 = 871\,200 \text{ грн.};$$

$$Z_{ІТР} = 7850 \cdot 12 \cdot 16 = 753\,600 \text{ грн.};$$

$$Z_{ЛКП} = 5900 \cdot 12 \cdot 6 = 212\,400 \text{ грн.};$$

$$Z_{МОП} = 3400 \cdot 12 \cdot 4 = 81\,600 \text{ грн.}$$

Розрахунок фонду заробітної плати службовців цеху наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок фонду заробітної плати службовців цеху.

Категорія службовців	Кількість персоналу	Середній оклад, грн.	Кількість місяців	Фонд оплати праці, грн.
Допоміжні робітники	24	3025	12	871 200
ІТП	16	3925	12	753 600
ЛКП	6	2950	12	212 400
МОП	4	1700	12	81 600
Разом	50			1 918 800

У табл. 4.3 наведено розрахунок вартості верстатів на ділянці.

Таблиця 4.3 - Вартість верстатів на ділянці.

№ п/п	Модель верстата	Кіл. на ділянці	Потужність верстата	Оптова ціна верстата	Транспортно ремонт. витрати (5%)	Вартість верстатів, грн.
1	7Б56	1	30	175 000	813	17 063
2	16Б16Т1	2	7,1	750 000	1 875	78 750
3	16К20	2	11	72 500	1 125	47 250
4	6Н82	1	9	82 500	1 063	22 313
5	2Н118	1	2,2	28 250	688	14 438
6	5К324	3	7,5	225 000	1 260	79 380
7	5В833	2	3	175 000	1 133	82 209
		12	105,9			311 403

Визначаємо середню вартість верстата на ділянці за формулою:

$$C_{ст.ср} = \frac{\sum C_{ст.i}}{n} \quad (4.2)$$

Тоді середня вартість верстата складе:

$$C_{вер.ср} = \frac{\sum C_{ст.i}}{n} = \frac{3114038}{10} \approx 311\,404 \text{ грн.}$$

Визначимо середню потужність верстатів на ділянці:

$$M_{\text{вер.сер}} = \frac{\sum M_{\text{ст.і}}}{n} = \frac{105.9}{12} = 8.8 \text{ кВт}$$

Визначаємо вартість верстатів в цеху:

$$C_{\text{вер.ц}} = C_{\text{вер.сер}} \cdot C_{\text{р.ц}} = 311\,404 \cdot 54 = 16\,815\,816 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість інструменту, приладів та інших пристроїв в цеху (становить 10% від вартості верстатів в цеху):

$$C_{\text{інстр}}^{\text{цех}} = C_{\text{вер.сер}} \cdot C_{\text{р.ц}} \cdot 0,1 = 16\,815\,816 \cdot 54 \cdot 0,1 = 90\,805\,406 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість транспортних засобів в цеху (становить 2% від вартості верстатів в цеху):

$$C_{\text{тр}}^{\text{цех}} = C_{\text{вер.сер}} \cdot C_{\text{р.ц}} \cdot 0,02 = 311\,404 \cdot 54 \cdot 0,02 = 18\,161\,082 \text{ грн.}$$

Визначити величину амортизаційних відрахувань на обладнання цеху (12%):

$$\begin{aligned} A &= (C_{\text{вер.цех}}^{\text{цех}} + C_{\text{інстр}}^{\text{цех}} + C_{\text{тр}}^{\text{цех}}) \cdot 0,12 = \\ &= (16\,815\,816 + 18\,161\,082 + 18\,161\,082) \cdot 0,12 = 15\,093\,877 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Визначаємо витрати на силову електроенергію:

$$Z_3 = C_3 \cdot \sum M_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{д.о}} \cdot K_{3.0} \quad (4.3)$$

де  $C_3$  - ціна 1 кВт/год електроенергії;  $C_3 = 1,94$  грн.

$\sum M_{вер}$  – сумарна потужність електродвигунів верстатів;

$$\sum M_{вер} = M_{вер.сер} \cdot C_{р.ц} = 8,8 \cdot 54 = 475 \text{ кВт}$$

$$Z_3 = 1,94 \cdot 475 \cdot 4015 \cdot 0,8 = 2\,952\,230 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на стиснене повітря:

$$Z_{нов} = 1,5q \cdot B \cdot \Phi_{д.о} \cdot K_{з.о} \cdot C_{нов}$$

де  $q$  – годинна витрата стисненого повітря на 1 верстат, м<sup>3</sup> / год.

(0,8 м<sup>3</sup>/год.);

$B$  – кількість верстатів в цеху, що використовують стиснене повітря, шт

(40 - 60%) від загальної кількості;  $B = (0,4 - 0,6) \cdot 54 \approx 21,6 \div 32,4$ ;

приймаємо 25 верстатів

$C_{нов}$  – ціна 1 м<sup>3</sup> стисненого повітря (компресорна станція типу

4ВУ1-5/9М42) р/м<sup>3</sup>  $C_{нов} = 1,35$  грн/м<sup>3</sup>).

$$Z_{нов} = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 25 \cdot 4015 \cdot 0,8 \cdot 1,35 = 40\,900 \text{ грн}$$

Визначаємо витрати на воду:

$$Z_{вод} = C_{вод} \cdot q_{вод} \cdot B \cdot \Phi_{д.о} \cdot K_{з.о} \quad (4.4)$$

де  $C_{вод}$  – ціна 1 м<sup>3</sup> води, р./м<sup>3</sup>;  $C_{вод} = 8,52$  грн/м<sup>3</sup>

$q_{вод}$  – годинна витрата води на один верстат, м<sup>3</sup> (0,6 м<sup>3</sup>/год);

$B$  – кількість верстатів в цеху, які працюють з охолоджувальною рідиною (85 – 90%);

Приймаємо  $B = (0,85 - 0,9) \cdot 54 = 45,9 \div 48,6 \approx 48$  верстатів.

$$Z_{вод} = 8,52 \cdot 0,6 \cdot 48 \cdot 4015 \cdot 0,8 = 788\,147 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на пар:

$$Z_{\text{пар}} = C_{\text{пар}} \cdot q_{\text{пар}} \cdot M_{\text{д}}^{\text{цех}} \Phi_{\text{д.о}} \quad (4.5)$$

де  $C_{\text{пар}}$  – ціна 1 тонни пара, грн.(12 грн/т);

$q_{\text{пар}}$  – витрата пара на обсушку деталей, кг/г.(75 – 80 кг/г. на 1 тону обсушку деталей);

$M_{\text{д}}^{\text{цех}}$  – маса деталей, що виготовляються в цеху, і підлягають обсушку паром, приймаємо  $M_{\text{д}}^{\text{цех}} \approx 5$  т.

$$Z_{\text{пар}} = 12 \cdot 0,08 \cdot 5 \cdot 4015 = 19272 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість будівлі цеху ( $C_{\text{буд}}$ ), враховуючи, що 1 м<sup>3</sup> коштує 30 грн.:

Об'єм будівлі цеху:

$$B = P_{\text{ц}} \cdot H = 5184 \cdot 6 = 31104 \text{ м}^3, \quad (4.6)$$

де  $P_{\text{ц}} = 5184 \text{ м}^2$  – площа будівлі цеху;  $H = 6 \text{ м}$  – висота цеху.

Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди визначаються за формулою:

$$A = 0,03 \cdot 30 \cdot B = 0,03 \cdot 60 \cdot 31104 = 28000 \text{ грн.} \quad (4.7)$$

Кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання цеху наведена в таблиці 4.2.

Складаємо кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання цеху (див. табл. 4.4).

При визначенні витрат на кількість працюючих використаний показник основних і допоміжних робітників у цеху ( $P_o + P_v$ ) = 119 чоловік.

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання

№ п/п	Найменування статей	Примітки	Сума, тис. грн.
1.	Амортизаційні відрахування, А	–	28
2.	Зміст устаткування і робочих місць: - електроенергія - повітря - вода - пар	–	2 952,230 40,9 788,147 19,272
3.	Зарплата допоміжних робітників	$Z_{всп} \times 1,14$	993,2
4.	Допоміжні матеріали	200 грн. на 1 ст.	10,8
5.	Поточний ремонт обладнання	400 грн. на 1 ст.	21,6
6.	Знос малоцінного і швидко зношується інструменту	30 грн. на 1 <sup>го</sup> робіт.	3,6
7.	Інші витрати	10 грн. на 1 <sup>го</sup> робіт.	1,2
РАЗОМ за кошторисом (І):			19 924,5
Основна зарплата основних робітників ( $Z_{осн}$ ):			20 592
Ставлення витрат на утримання і експлуатацію устаткування до фонду оплати праці			$P_{c.o} = I/Z_{осн}$ 0,968

Складаємо кошторис цехових витрат (див. табл. 4.5).

При визначенні витрат на кількість працюючих використаний показник всіх працюючих в цеху  $P = 145$  чоловік.



Таблиця 4.5 - Кошторис цехових витрат

№ п/п	Найменування статей	Примітки	Сума, тис. грн
1.	Зарплата ЛКП, МОП, ІТП	–	1 918,800
2.	Витрати з випробувань, дослідів, рацпропозиції	1% від фонду оплати праці осн. робітників	205,9
3.	Витрати на опалення та освітлення будівлі цеху	10% $C_{вер}^{цех}$	1682
4.	Витрати на відновлення швидкозношуваних інвентарю	30 грн. на 1 <sup>го</sup> працюючого	4,35
6.	Амортизація будівель і споруд	–	28
7.	Інші витрати цеху	7% від фонду оплати праці осн. робітників	1177,1
РАЗОМ за кошторисом (Ц):			4144,35
Основна зарплата основних робочих			$Z_{осн}$ 16815,8
Ставлення цех. витрат до фонду оплати праці			$\Pi_{ц} = Ц/Z_{осн}$ 0,246

Складаємо калькуляцію собівартості деталі (див. табл.4.6).

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості деталі

№ п/п	Найменування статей	Витрати на 1 деталь, грн.	Примітки
1	2	3	4
1	Основні матеріали за вирахуванням відходів	86,82	Формула (1.8)
2	Основна зарплата основних робочих	29,93	Таблиця 5.12
3	Додаткова зарплата основних робочих	8,9	30 % от п.2
4	Відрахування на соціальне страхування, до пенсійного фонду та центру зайнятості	15,1	39% от (п.2+п.3)

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4
5	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	28,83	$P_{c.o} \times \text{п.2}$
6	Цехові витрати	7,33	$P_{ц} \times \text{п.2}$
	Разом цехова собівартість деталі:	176,79	
7	загальнозаводські витрати	89,34	300% от п.2
	Разом заводська собівартість деталі:	266,13	

#### 4.2 Розрахунок економічної ефективності проекту

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$\mathcal{E} = (C_{\delta} - C_{np})H_{\text{вин}} - E_n \cdot K_{\text{дод}} \quad (4.8)$$

де  $C_{\delta}$  – собівартість деталі за базовим варіантом, грн.;  $C_{\delta} = 284,06$

$C_{np}$  – себестоимость детали по проекту, грн;  $C_{np} = 266,13$

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

$K_{\text{дод}}$  – додаткові капітальні вкладення, грн.

Проект ділянки серійного виробництва не передбачає капітальні вкладення, отже витвір  $E_n K_{\text{дод}}$  з формули можна виключити:

$$\mathcal{E} = (284,06 - 266,13) \cdot 5200 = 93\,236 \text{ грн.}$$

#### 4.3 Техніко-економічні показники роботи ділянки

Техніко-економічні показники роботи ділянки оформити у вигляді наступної таблиці:

Таблиця 4.7 - Техніко-економічні показники роботи ділянки

Показник	Розмірність	Дані	
		за базовим варіантом	по проекту
Об'єм виробництва:			
- В натуральному значенні	шт	5000	5200
- в нормо-годинах	н / рік	1605	1596
- у вартісному вираженні	тис. р.	1420,3	1383,9
Трудовісткість виготовлення однієї деталі	н / год	0,329	0,3073
Кількість верстатів на ділянці	шт	13	12
Цехова собівартість однієї деталі:	р.	284,06	266,13
Кількість основних робочих	чол	13	12
Вироблення на одну людину:			
-в нормо-годинах	н / год. чол	123,5	133
-в вартісному вираженні	тис.грн. / чол	109,3	115,3
Економічна ефективність проекту	грн.	93 236	

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Характеристика шкідливих і небезпечних факторів проектованої ділянки

Небезпечний фактор - це такий вплив на людину, яке в певних умовах призводить до травми або різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий фактор - це такий вплив на людину, яке в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності.

Принципової різниці між шкідливими і небезпечними чинниками не існує. Один і той же фактор в залежності від інтенсивності може бути небезпечним або шкідливим (наприклад, шум, вібрації, токсичні домішки в повітрі). Значні ознаки шкідливих і небезпечних факторів є наступні: 1) можливість безпосереднього негативного впливу на організм людини; 2) труднощі нормального функціонування органів людини; 3) можливість порушення нормального стану елементів виробничого процесу, в результаті якого можуть виникнути аварії, пожежі, травми. Наявність хоча б одного з цих ознак вважається достатньою умовою для включення фактора в розряд шкідливих або небезпечних.

Проведена детальна декомпозиція трудового процесу, внаслідок чого виділено такі небезпечні і шкідливі фактори:

- Термічні. Це фактори, що характеризуються тепловою енергією та аномальною температурою (вище або нижче нуля) ,: температура нагрітих і охолоджених предметів і поверхонь, температура відкритого вогню та інших джерел. До цієї підгрупи відносяться також аномальні параметри мікроклімату: вологість, температура і рухомість повітря, які призводять до порушення терморегуляції організму. Дане виробниче приміщення належить до типу приміщень з незначними надлишками тепла. Велика частина робіт, які виконуються верстатникам відноситься до категорії II б, робіт середньої

тяжкості (Роботи, пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів вагою до 10 кг і такі, які супроводжуються помірним фізичним навантаженням). Енерговитрати організми, Дж / с рівні 175-232 і 233-290 відповідно. Дані про оптимальні і допустимі параметри мікроклімату зведені в таблицю.

Таблиця 5.1 - Дані про оптимальні і допустимі параметри мікроклімату

Параметри	Період року	Категорія	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Оптимальні	Холодний	II б	17-19	40-60	0,2
	Теплий	II б	20-22		0,3
Допустимі	Холодний	II б	13-23	75	до 0,4
	Теплий	II б	15-29	70	0,2-0,5

- Хімічні. До них відноситься порушення природного газового складу повітря, наявність у ньому шкідливих домішок. У заданих умовах джерелом забруднення виступають: верстати, що використовують МОР при роботі. У таблиці представлені гранично допустимі концентрації (ГДК) і тимчасові орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) шкідливих речовин в повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 5.2 - ПДК и ОБУВ шкідливих речовин в повітрі

Речовина	клас небезпеки	ПДК	ОБУВ
Масла мінеральні нафтові	III	5,0	-
Пил	-	-	1

- Електромагнітніе. Кнім відносять: освітленість, ультрафіолетовій і інфрачервону радіацію, електромагнітне випромінювання, магнітне поле. Джерела інфрачервоного світла відсутні. Освітлення достатню, що досягається за рахунок віконних прорізів і светоаераційних ліхтарів. Відсутні джерела підвищених рівнів напруженості електромагнітних полів (установки ТВЧ, обладнання для нагріву, склеювання і т.д.)

- Механічні. Характеризуються кінетичної і потенційної енергією і механічним впливом на людину. Сюди відносять деталі і вузли, які рухаються або обертаються, шуми (в тому числі інфразвук і ультразвук), вібрації (загальні і локальні) прискорення, гравітаційне тяжіння, підвищений тиск і др. Максимальний рівень шуму, який коливається в часі і передається не повинен перевищувати 110 дБ. Відомості про рівень шуму зведені в таблицю (Табл. 5.3) Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБ.

Таблиця 5.3 - Частотні спектри верстатів і устаткування

Обладнання	Середні частоти октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Рівні звукового тиску, дБ							
Токарні верстати	78±4	80±5	84±4	85±5	85±6	84±5	80±5	80±5
Свердлильні верстати	81±3	82±3	83±7	86±3	85±4	84±3	90±3	84±4
Вертикально-фрезерні	84±4	85±4	87±5	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4
Горизонтально-фрезерні	75±3	78±2	79±2	80±2	79±2	77±3	72±3	63±3

- Психофізіологічні. До них відносять монотонність праці, втома, вимушена робоча поза, сонливість, емоційні і розумові перевантаження, стрес. Можливий розвиток монотонності при роботі на верстатах з ЧПУ на операції 010. Можливо, наявність статичних перевантажень через стоячого характеру роботи. Наявні чинники, що сприяють розвитку перевтоми і сонливості: робота в нічні зміни, фізичні і психологічні навантаження.

- Фактори пожежної небезпеки. Дане виробництво відноситься до категорії Б (Горючий пилю, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28°C, горючі рідини в такій кількості, які можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі спалаху яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, яке перевищує 5 кПа), клас зони - 1 (Простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворюватися при нормальній роботі.), пожежонебезпечна зона - -П II а (Простір в приміщенні, в якому знаходяться тверді горючі речовини і матеріали).

- Електричні. Перш за все, сюди слід віднести підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якого може відбутися через тіло людини. Визначити фактори підвищеної небезпеки та клас приміщень цеху за ступенем небезпеки ураження електричним струмом. Відповідно до класифікації, дане виробниче приміщення належить до приміщень з підвищеною небезпекою. Приміщення, що характеризуються наявністю в них одного з таких умов, які створюють підвищену небезпеку: а) вологості; б) струмопровідного пилю; в) струмопровідного статі (металевих, земляних, залізобетонних, цегляних та ін.); г) підвищеної температури (гарячі приміщення); д) можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будівлі, які з'єднані з землею, з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого боку. У виробництві використовуються електричні мережі з напругою 380В для верстатів і 220В в робочій мережі електроприладів.

## 5.2 Санітарно - гігієнічні заходи

Заходи з оздоровлення повітряного середовища повинні забезпечити нормалізацію параметрів мікроклімату і складу повітря робочої зони. Слід вибрати і обґрунтувати систему вентиляції, опалення та засобів видалення пилу, газів, парів СОЖ і масел. Загально обмінна притоків вентиляція необхідна навіть тоді, коли в цеху відсутні джерела забруднення повітря. В даному цеху застосовується змішана вентиляція. Розрахунок повітря йде на асиміляцію тепло надлишків і вологовиділення (але не менше 30 м<sup>3</sup> / год на одного робітника). Припливне повітря подається зверху через світлоаераційні ліхтарі. Відходи уловлюються системою фільтрів.

Система опалення в механічному цеху використовується повітряна, як місцева, із застосуванням індивідуальних опалювальних агрегатів, так і централізована, із застосуванням калориферів в системах притоків вентиляції. Слід застосовувати повітряні завіси воріт, дверей і т.д.

Система очищення повітря від домішок проводиться як при подачі зовнішнього повітря, так і при видаленні забрудненого повітря з приміщення. У першому випадку проводиться захист працюючих, у другому - навколишнього середовища. Для очищення повітря застосовують пиловловлювачі м'якої дії - циклони, здатні вловлювати частинки пилу розміром до 10мкм. Їх плюсами є простота конструкції, порівняно невелике гідравлічний опір і високу економічну ефективність.

Для очищення повітря від туманів кислот, СОЖ, масел і інших рідин, використовують волокнових туманоуловітелі. [4]. У цьому будинку використовують низькоскоростной туманоуловітелі зі швидкістю фільтрації  $w_{\phi} \leq 0,15$  м/с. Він має високу ефективність очищення повітря від частинок менше 3 мкм, що задовольняє умовам виробничого середовища.

Для забезпечення необхідного рівня та якості освітлення робочих місць необхідно дотримуватися наступних принципів:



1. Забезпечення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні. Для освітлення великих робочих приміщення проводиться комбінована система освітлення з фарбуванням стін і робочих поверхонь виробничого обладнання в світлі тони.

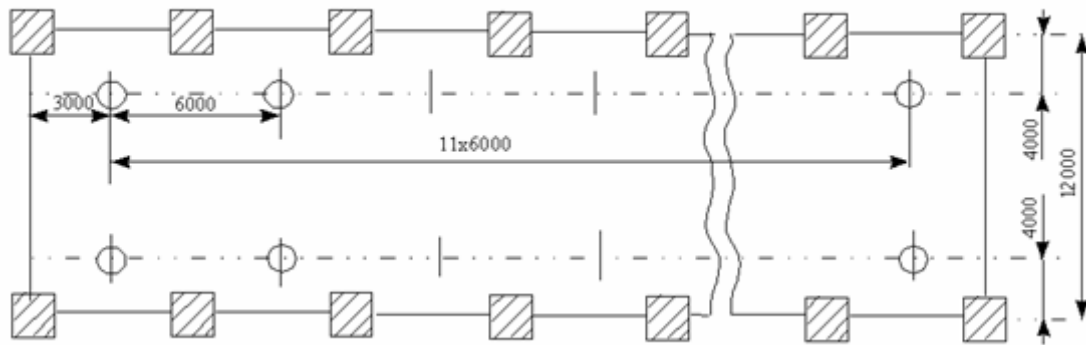


Рисунок 5.1 - Схема можливого розташування світильників.

2. На робочій поверхні не повинні бути присутніми різкі тіні. Для цього в робочому приміщенні передбачені сонцезахисні пристрої - козирки, що запобігають потраплянню прямих сонячних променів.

3. Величина освітленості повинна бути постійною в часі, тому що на ділянці відсутня робота, пов'язана з необхідністю розрізнення кольорів, то доцільним є застосування ламп розжарювання для освітлення від штучних джерел світла. Джерелами штучного освітлення є світильники у виконанні НСП-06У.

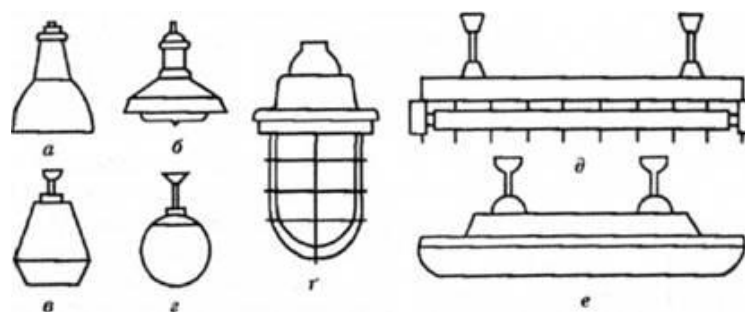


Рисунок 5.2 – Світильники типу НСП-06У (в)

Нормування електричного освітлення проводиться згідно з нормами СНиП II-4-79.

Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається наступними параметрами: об'єкт розрізнення (найменший розмір розглянутого об'єкта), фон (поверхня, прилегла до об'єкта розгляду), контраст об'єкта з фоном.

### **5.3 Заходи з техніки безпеки.**

Під технікою безпеки мається на увазі комплекс заходів технічного та організаційного характеру, спрямованих на створення безпечних умов праці та запобігання нещасним випадкам на виробництві.

Заходи ці зводяться в основному до наступного:

- Пристрій нових і поліпшення конструкції діючих захисних пристосувань до верстатів, машин і нагрівальних установок, що усуває можливість травматизму;
- Усунення можливостей аварій при роботі обладнання вибуху судин і магістралей, що працюють під високим тиском, викиду полум'я чи розплавлених металів і солей з нагрівальних пристроїв, раптового включення електроустановок, ураження електричним струмом і т. П.;
- Покращення конструкції діючого обладнання з метою запобігання працюючих від поранень;
- Покращення умов роботи: забезпечення достатньої освітленості, хорошої вентиляції, відсмоктувачів пилу від місць обробки, своєчасне видалення відходів виробництва, підтримку нормальної температури в цехах, на робочих місцях і у тепловипромінюючих агрегатів;

- Забезпечення працюючих інструкціями з техніки безпеки, а робочих ділянок плакатами, наочно показують небезпечні місця на виробництві та заходи, що запобігають нещасним випадкам;

- Організоване ознайомлення всіх вступників на роботу з правилами поведінки на території підприємства і основними правилами техніки безпеки, систематичне навчання і перевірка знань працівниками правил безпечної роботи.

Загальні вимоги техніки безпеки на виробництві:

- Не переходити в невстановлених місцях через конвеєри і рольганги і не підлазити під них, і не заходити без дозволу за огорожі;

- Не торкатись електрообладнання, клем і електропроводів, арматури загального освітлення і не відкривати дверцят електрошаф;

- Не вмикати і не зупиняти (крім аварійних випадків) машин, верстатів і механізмів, робота на яких не доручена тобі адміністрацією твого цеху.

- Не ходити без потреби по інших цехам підприємства;

- При роботі з візками перевірити їх справність, підняти вантаж на невелику висоту і переконатися в надійності гальм.

- При підйомі і переміщенні важких вантажів сигнали кранівнику повинен подавати тільки одна людина.

- При отриманні нової (незнайомій) роботи вимагати від майстра додаткового інструктажу з техніки безпеки.

- При виконанні роботи потрібно бути уважним, не відволікатися сторонніми справами і розмовами і не відволікати інших.

- У випадку травмування або нездужання припинити роботу, повідомити про це майстра і звернутися в медпункт.

На території заводу (у дворі, будівлі, на під'їзних шляхах) виконувати наступні правила:

- Не ходити без потреби по інших цехам підприємства;

- Не проходити в місцях, не призначених для проходу, не підлазити під стоячий поїзд і не перебігати дорогу попереду рухомого транспорту

Під час роботи:

- Стежити за справністю огорожень обертових частин верстатів, на яких доводиться працювати.

- Не видаляти стружку руками, а користуватися дротовим гачком.

- У всіх інструментальних цехах використовується стиснене повітря тиском від 4 до 8АТ. При такому тиску струмінь повітря становить велику небезпеку. Тому стисненим повітрям слід користуватися з великою обережністю, щоб його струмінь не потрапила випадково в обличчя і вуха користувача ним або працює поруч.

Перед початком роботи:

- Привести в порядок свій робочий одяг: застібнути або обхватити широкою гумкою рукави; заправити одяг так, щоб не було майорючих на вітрі решт одягу: прибрати кінці краватки, косинки або платка; надіти щільно облягаючий головний убір і підібрати під нього волосся.

- Перед установкою великогабаритних деталей на плиту або на складальний стіл заздалегідь підбирати настановні й кріпильні пристосування (підставки, мірні прокладки, косинці, домкрати, притискні планки, болти і т.д.).

- При установці важких деталей вибирати такий стан, яке дозволяє обробляти її з одного або з меншим числом установок.

- Перевірити, щоб робоче місце було достатньо освітлене і світло не засліплювало очі.

- При роботі з візками перевірити їх справність, підняти вантаж на невелику висоту і переконатися в надійності гальм.

- При підйомі і переміщенні важких вантажів сигнали кранівнику повинен подавати тільки одна людина.

- Заздалегідь вибрати схему і метод обробки, врахувати зручність зміни інструменту і виконання вимірювань.
- Надіти робоче взуття. Робота в легкому взутті (тапочках, сандалях, босоніжках) забороняється з огляду на можливості поранення ніг гострою та гарячою металевою стружкою.
- Строповка (зачалювання) вантажу повинна бути надійною, чалки (канатами або тросами) відповідної міцності.
- Якщо необхідно користуватися переносною електричною лампою, перевірити наявність на лампі захисної сітки, справність шнура та ізоляційної гумової трубки. Напруга переносних електричних світильників не повинна перевищувати 360В, що необхідно перевірити по написам на щитках і струмоприймачах.
- Переконалися, що на робочому місці підлога в повній справності, без вибоїн, без слизьких поверхонь і т.д., що поблизу немає оголених електропроводів і всі небезпечні місця огорожені.
- Уважно оглянути робоче місце, привести його в порядок, прибрати всі заважаючі для роботи предмети. Інструмент, пристосування, необхідний матеріал і деталі для роботи розташувати в зручному та безпечному для користування порядку. Переконалися в справності робочого інструмента і пристосувань.

#### **5.4 Протипожежні заходи.**

До заходів щодо попередження пожеж відносяться:

- Застосування протипожежних перешкод (брандмауери, 216 протипожежні перегородки, стіни, зони);
- Застосування електрообладнання в вибухозахищеному виконанні;
- Видалення пожежо - та вибухонебезпечних сумішей;
- Захист від статичної електрики;

- Захист від блискавок.
- Забезпечення нормованих значень протипожежних розривів між одиницями технологічного обладнання, і технологічним обладнанням, і елементами будівельних конструкцій •
- Забезпечення нормованих значень протипожежних розривів між одиницями технологічного обладнання, і технологічним обладнанням, і елементами будівельних конструкцій;

Відомості про засоби пожежогасіння зведені в таблицю:

Таблиця 5.4 – Кількість і вид переносних вогнегасників

Категорія приміщення	S, м <sup>2</sup>	клас пожежі	Кількість вогнегасників						
			Пінно-водяні	Порошкові			Хладние	Вуглекислотні	
				2л	5л	10л		2(3)	5(8)
А, Б, В	200	А	2++	-	2+	1++	-	-	-
		В	4++	-	2+	1++	4+	-	-
		С	-	-	2+	1++	4+	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	-	2+	1++	-	-	2++

де "-" - вогнегасники, не дозволені для даного обладнання;

"++" - вогнегасники, рекомендовані для обладнання об'єктів;

"+" - вогнегасники, застосування яких дозволяється в разі відсутності рекомендованих вогнегасників та наявності відповідного обґрунтування.

## 6 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

*Методи і способи підвищення технологічної пластичності при штампуванні складнодеформуючих сплавів.*

Високошвидкісна штампування.

У процесі досліджень впливу різних технологічних параметрів на пластичність деформуються металів з'ясувалося, що при високих швидкостях деформування метал стає значно пластичне, і краще, ніж при звичайній штампування, заповнює струмок штампа.

Швидкість деформування при гарячому штампуванні на КГШП  $0,3 \div 0,6$  м / с, на молотах  $5 \div 7$  м / с, а на спеціалізованих машинах, призначених для швидкісного деформування металу від  $18 \div 30$  до  $100 \div 500$  м / с.

Чистота поверхні поковок, одержуваних високошвидкісний штампуванням, досягає 4 ÷ 5-ого класу. Штампування, як правило, проводиться за один удар зі штампувальними ухилами, що не перевищують  $0,5^\circ$ . Це дозволяє значно скоротити (на 60-75 %) обсяг подальшої обробки різанням поковок і наблизити їх за формою і розмірами до остаточно виготовленим деталям.

Великі швидкості деформації та високі тиску, властиві високошвидкісного деформування, забезпечують не тільки високу продуктивність, але і дозволяють отримувати якісні поковки з малопластичних і складнодеформуючих сплавів.

До теперішнього часу освоєна високошвидкісне штампування поковок не тільки з алюмінієвих сплавів АКБ, АК8, В95, АВ, АМгЗ, сталей вуглецевих, легованих, конструкційних та інструментальних, що штампуються звичайними методами, але і з складнодеформуючих сплавів: титанових сплавів ВТ-1, ВТЗ-1, ВТ5, жароміцних сталей ЕІ417, ЕІ481, ЕІ654, ЕІ696, сплавів на основі нікелю, молібдену, ніобію та ін.

Причому характерно, що високошвидкісне штампування істотно покращує комплекс механічних і службових властивостей поковок. Так, наприклад, додатково підвищуються твердість і міцність сплавів, що не зміцнюються термічною обробкою. У вуглецевої сталі 08 твердість по Брінеллю (НВ) підвищилася з 1142 до 1550 МПа, у конструкційної сталі 40Х твердість по Роквеллу (HRC) зросла з 32 до 36 одиниць, а у інструментальній сталі Х10СФЮТ - з 60 до 65 одиниць.

Особливо цікаві результати досліджень технологічної пластичності при високошвидкісному деформування (табл. 7.1).

З наведених даних випливає, що не всі матеріали при високошвидкісному деформування проявляють необмежену пластичність. Це, мабуть, пов'язано зі специфічними особливостями механізму деформації різних груп сплавів при імпульсному навантаженні.

Таблиця 6.1 - Результати дослідження на пластичність зразків при осаді, при швидкості деформування 150 м / с

Матеріал	Температура деформації, °С	Допустима ступінь деформації, %	
		Осадка	Сплющення
1	2	3	4
Сталь 45	1100-1200	необмежена	необмежена
Сталь 25	1100-1200	»	»



Продовження таблиці 6.1.

1	2	3	4
ЗОХГСА	1100-1160	»	»
2Х13	1100-1160	»	»
Х18Н9Т	1100-1180	»	»
АМг-6	430-470	70	45
ВТ-3-1	1000 - 1050	необмежена	70
АК-8	470	85	60
ЭИ-827	1160-1180	35	-

При закритій високошвидкісний штампування можна виділити два основних етапи:

1. Ударне (імпульсна) навантаження заготовки до початку пластичної течії металу.

На цьому етапі, що триває  $\sim 10^{-3} \div 10^{-6}$ с, під дією дуже високих ( $> 10$  ГПа) динамічних тисків відбувається значна фрагментація зерен структури металу заготовки. Сама фрагментація зерен починається під дією тиску в місцях існування в зернах дефектів кристалічної решітки: вакансій, дислокацій, мікропор і т.д. Тому новоутворені зерна в результаті дроблення старих в місцях скопчення дефектів вже містять в своєму обсязі, набагато менша їх кількість.

Якщо при статичному стисненні деформація супроводжується сильним Формозміна зерна (текстура деформації) і здійснюється переважно ковзанням, то при імпульсному зміцненні вона відбувається за механізмом інтенсивного двойникованія і супроводжується виникненням великої кількості рівномірно

розташованих дислокацій. Причому дислокації зароджуються і переміщуються в обсягах, раніше вільних від них.

Для нових зерен характерна зубчатість кордонів. Рушійною силою процесів утворення виступів (зубчастості) служить різниця в локальній щільності дефектів по обидва боки кордону зерен. Наявність зубчастості кордонів є ознакою динамічної рекристалізації.

Таким чином, після імпульсного впливу в оброблюваному металі спостерігаються структурні ознаки двох процесів: високошвидкісний сдвигової мікропластичної деформації за механізмом двойникованія і динамічної рекристалізації.

Дослідження показали, що під впливом імпульсного навантаження навіть без залишкової пластичної деформації можливе отримання в металі ультрадрібнозернистих (<500 нм) і нанорозмірною (<100 нм) структур з більше уловимі межами зерен. Це дозволяє розглядати процес високошвидкісного динамічного навантаження, поряд з методами інтенсивної пластичної деформації (ІПД), як ефективний спосіб отримання поковок з УМЗ або НК - структурами. Особливо цей технологічний процес перспективний при обробці сплавів на основі Ni, Co, W, обробка яких методами ІПД утруднена.

## 2. Пластична протягом деформованого металу в струмках штампа.

Дослідженнями встановлено, що при високошвидкісному деформування, спочатку пластичний зсув з виділенням тепла відбувається в декількох слабких зонах поблизу неоднорідностей металу, що деформується, заготовки (пори, включення, області із відмінними властивостями). В умовах динамічного навантаження це тепло не встигає розповсюдитися по всьому об'єму заготовки. Локальне зменшення межі текучості в нагрітій зоні призводить до інтенсифікації в ній пластичної течії, і до великого виділенню тепла і подальшого термічного знеміцнення і фазовим перетворенням в зоні локалізації деформації.

Дослідженнями також встановлено, що динамічна рекристалізація дійсно передуює локалізації пластичної деформації. Зерна, що утворилися на 1-му етапі

в результаті фрагментації і динамічної рекристалізації, призводять також до локального знеміцнення у вузькій області заготовки, оточеній матрицею зі зміцненого металу. Таким чином, формується неоднорідність деформованого металу, зростання якої і призводить до утворення смуг зсуву.

Таким чином, при високошвидкісному деформування практично завжди відбувається локалізація пластичної течії, тобто в деформується металі з'являються зони з великим (істотно великим) рівнем пластичної деформації. Це так звані адиабатические смуги або області зсуву. Вони являють собою двовимірні, майже плоскі освіти, в яких дві сторони області зміщені відносно один одного, подібно до тріщин 2-ої або 3-го типу, на метал при цьому залишається безперервним.

Характеристики смуг зсуву істотно залежать від параметрів процесу деформації. Ширина смуг зазвичай становить від десятка до декількох сотень мікрометрів, в той час як протяжність смуг може становити кілька міліметрів або навіть сантиметрів.

У смугах зсуву зосереджується до 90% всієї пластичної деформації металу; в безпосередній близькості від смуг зсуву також спостерігаються великі зсувні деформації. Смуги зсуву мають складну структуру сильно деформованого металу і містять в собі структури дислокацій і нанокристалічних зерен (рис.7.1).

Існують різні типи смуг зсуву, що відрізняються один від одного внутрішньою структурою. Особливо виділяються смуги, що спостерігаються в сплавах, де нагрівання металу в процесі деформації веде до фазових переходів і при травленні такі смуги мають характерний білий колір.

У деяких, але не у всіх сплавах, області смуг зсуву більш крихкі, ніж навколишній їх матеріал, що призводить до початку руйнування матеріалу уздовж смуг зсуву (рис.7.2). Часто це відбувається відразу після їх утворення. Тому, при проектуванні процесів високошвидкісної штампування важливо не допустити утворення в деформується металі смуг зсуву, як майбутніх вогнищ зародження мікротріщин і руйнування матеріалу.

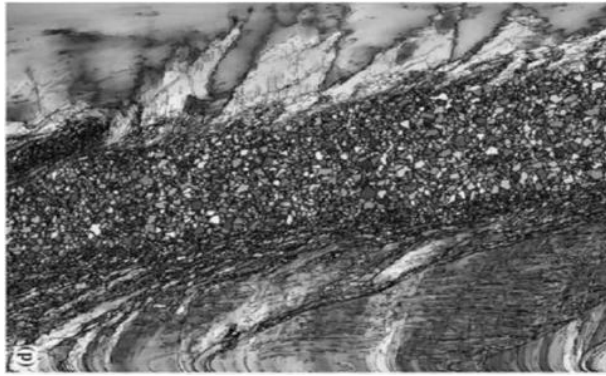


Рисунок 6.1 - Подрібнення зернової структури всередині смуги зсуву



Рисунок 6.2 - Руйнування матеріалу уздовж смуги зсуву в сталі

Слід також зазначити, що такі специфічні механізми пластичності, як, наприклад, двойникование можуть призводити до пригнічення процесів локалізації деформації в матеріалах, або, навпаки, сприяти подрібненню зерен всередині смуги зсуву, приводячи до її подальшого знеміцнення.

При розробці технологічних процесів температуру нагрівання металу перед штампуванням встановлюють в межах кувальних температур, рекомендованих для деформування на звичайному штамповочном обладнанні. Одноударний, як правило, цикл роботи високошвидкісного устаткування і точного дозування енергії вимагають строго ідентичних температурних умов деформування.

У зв'язку цим температурний інтервал високошвидкісний штампування повинен бути звужений до  $40 \div 60 \text{ } ^\circ \text{C}$  - для сталей і до  $20 \div 30 \text{ } ^\circ \text{C}$  - для алюмінієвих сплавів. Наприклад, в технологічних процесах штампування

поковок з конструкційних і корозійно-стійких сталей слід встановлювати температурний інтервал 1180 ÷ 1130 ° С (замість 1180 ÷ 950 ° С для звичайної штампування), так як при зниженні температури до 1100 ° С відбувається недоштамповка через нестачу енергії удару ВСМ.

Щоб уникнути утворення в процесі високошвидкісної штампування областей локалізованої деформації на практиці обмежують ступінь і швидкість деформації (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 - Основні параметри режиму швидкісного штампування

Штампований матеріал	Температурний інтервал штампування, °С	Деформація при гарячому штампуванні $\epsilon$ , % не более	Швидкість витікання, м / с, не більше
Алюмінієві сплави	150-450	25-90 25-40	300-350* 100-150**
Титанові сплави	900 -1000	20-95	300-350
Сталі: Вуглецеві, леговані, корозійностійкі, жароміцні, леговані	50-1200 1000-1200 950- 1150	20-95 15-90 20-60	350-400 300-350 120-180
Жароміцні сплави на нікелевій основі	1050- 1150	40-50	-
Тугоплавкі метали	1200	70-90	300-350
*Типу АК6; В95 ** типу АМгб			

## **7. ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА**

Дуже важливо в будь-якій екстремальній ситуації забезпечити стійку роботу об'єкта, не припиняючи випуску продукції. Для цього необхідно мати навик щодо складання плану дій у надзвичайній ситуації, наприклад, таких, як хімічне або радіоактивне зараження місцевості.

Головним завданням в даній ситуації є придбання знань і умінь в складанні режиму роботи на виробництві. У цій роботі потрібно розробити заходи з підготовки до роботи в надзвичайній ситуації, спланувати заходи щодо захисту працюючого персоналу, техніки і обладнання.

В умовах радіоактивного зараження, стихійних лих та інших надзвичайних ситуацій необхідно діяти по досконально продуманим планом ліквідації наслідків. Для виконання цих завдань необхідний підготовлений і висококваліфікований персонал.

### **Захист працюючого персоналу.**

Найбільш спосіб захисту населення від зброї масового ураження та інших засобів нападу противника - укриття населення в захисних спорудах. В першу чергу необхідно вкрити населення в захисних спорудах за місцем знаходження: на роботі, навчанні або в місцях його постійного проживання.

Захисні споруди - це інженерні, призначені спеціально для захисту населення від ядерної, хімічної і бактеріологічної зброї, а також впливу вторинних вражаючих факторів при ядерних вибухах або застосування звичайних засобів ураження.

Залежно від захисних властивостей споруди поділяються на:

- притулку,
- протирадіаційні укриття (ПРУ).

Крім цього, для захисту населення можуть використовуватися і інші, більш прості способи захисту. Притулку та ПРУ споруджують, як правило,

споруджують в мирний час - завчасно. Кількість захисних споруд можна постійно збільшувати до повного задоволення в них населення. У надзвичайній ситуації при оповіщенні населення, такі притулки будуть зайняті населенням в найкоротший час. Якщо ж притулків і ПРУ недостатньо, то необхідно пристосувати вже наявні приміщення, в даному випадку, на ремонтному підприємстві, використовуючи стандартні будівельні матеріали, елементи і закінчені конструкції із залізобетону і цегли.

Визначення значення коефіцієнта захисту для підвального приміщення.

### **Організаційні та інженерно-технічні заходи щодо підвищення стійкої роботи і життєдіяльності персоналу цеху в умовах РЗМ.**

Для підвищення стійкої роботи в умовах НС плануються і здійснюються організаційні та інженерно-технічні заходи. Ці заходи здійснюються штабом ЦО об'єкта з залученням відповідних служб.

Перелік і зміст заходів залежить від призначення, складу, розташування підрозділу, чисельності персоналу, особливостей його функціонування та характеру НС.

Оповіщення про загрозу або виникнення НС здійснюється штабом ЦО об'єкта. Основним засобом доведення сигналів і розпоряджень є централізована система оповіщення (телебачення, радіостанції, телефонний зв'язок та інші).

Заходи, що забезпечують стійку роботу об'єкта.

Основні заходи щодо забезпечення роботи виробництва:

1. Підготовка виробничих і підсобних для роботи в умовах РЗМ.
2. Створення резерву матеріалів, запасних частин, ТСМ, що забезпечують автономну роботу в умовах зриву поставок.
3. Підготовка до роботи від автономного джерела енергопостачання.
4. Приведення в готовність складів і гаражів (навісів) для зберігання запчастин, матеріалів і техніки, що знаходиться на ремонті або обслуговуванні.

5. Створення рухомих ремонтно-відновлювальних груп.
6. Дообладнання мийки машин з метою використання її для дезактивації СХТ.
7. Перевірка працездатності обладнання та інструменту майстерень.
8. Проведення протипожежних заходів, збільшення запасів первинних засобів пожежогасіння.

Підвищення захисних властивостей будівель і споруд.

Для підвищення захисних властивостей будівель і споруд МД потрібно посилити найбільш слабкі елементи конструкції будівлі.

Частина віконних прорізів закласти цеглою, обладнати пожежні водойми і під'їзди до них, підготувати протипожежні засоби, провести герметизацію приміщення, на вхідних повітроводах з метою зменшення потрапляння РВ встановити фільтри.

Після герметизації будівлі буде потрібно необхідно дотримуватися режиму повітрообміну, в тому числі зміни його кратності.

Перший поверх може бути використаний для виконання робіт з підготовки техніки формувань ЦО, відбувають для радіаційної розвідки і виконання аварійно-рятувальних робіт та інших невідкладних робіт, а також для проведення дезактивації.

У цьому випадку буде потрібно спеціальна підготовка техніки. З метою зменшення зовнішньої частини машин, тобто зменшення налипання РВ машини покриваються спеціальними лаками або емалями, коефіцієнт дезактивації при цьому підвищується.

З метою зменшення потрапляння РВ у внутрішні поверхні машини, а також в елементи кабіни і кузова необхідно ретельно проводити герметизацію і роботу фільтраційних установок.

Підвищення стійкості електропостачання машинного двору.

Генератор встановимо на залізобетонну естакаду, поруч обладнаємо щит і місце зберігання необхідного палива. Генераторна установка може бути виконана у вигляді рамної конструкції.



Підвищення стійкості теплопостачання, водопостачання і каналізації.

Теплопостачання, передбачене для виробництва і ремонту, пов'язано із зовнішніми тепломережами. Гаряче водопостачання - централізоване. Тепла вода, що подається в систему опалення, є перегрітої водою, коли для гаряча вода, що подається по тепломережам, має температуру  $t = 55 - 65 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Водопостачання цеху і ремонту техніки розробляються відповідно до СНиП. Зазвичай функціонує об'єднана система господарсько-питного і виробничо-протипожежного водопостачання. Забір води здійснюється безпосередньо з підземного джерела, потім вода подається в ємність водонапірної башти і по підземному водопроводу подається в будівлю.

Каналізація в будівлі цеху для виробництва і ремонтів розроблені в строгій відповідності зі СНиП.

Скидання стічних вод здійснюється в зовнішні мережі каналізації. Виробничі стічні води, які мають в своєму складі зважені частинки речовин, що входять до складу нафтопродуктів, перед їх випуском в зовнішню каналізацію проходять локальну очистку в грязевідстійник з бензомаслоуловлювачем, які мають ступінь очищення до 90%.

Висновок.

Захист населення в різних надзвичайних ситуаціях є головним завданням сил ГО. Захисні заходи необхідно провести завчасно - в мирний час. Ефективний захист населення може бути проведена тільки в разі найбільш серйозного підходу до проведення цих заходів.

Основним, створення фонду захисних споруд населення є: надзвичайна ситуація захисту населення

- завчасне будівництво спорудження подвійного призначення, тобто ПРУ, які використовуються в звичайних умовах іншим призначенням, пристосування під ПРУ існуючих будівель:

- будівництво найпростіших укриттів;
- пристосування під ПРУ вже існуючих будівель.

З метою пристосування під ПРУ існуючих будівель слід серйозно підійти до його проектування, а також якісно виконати комплекс робіт, зміст яких залежить від характеристик ПРУ і від пристосовуються будівель.

Під укриття можливо пристосувати окремі приміщення, цокольні і перші поверхи житлових будинків, виробничих і адміністративних будівель, а також підвали в вище перерахованих спорудах.

Своєчасне виявлення і оцінка радіоактивної обстановки сприяють тому, що заходи, спрямовані на зниження дозового навантаження, будуть виконані в гранично короткий термін.

## ВИСНОВКИ

У випускній кваліфікаційній роботі представлений технологічний процес виготовлення деталі шестерня. В результаті критичного аналізу технічних вимог і норм точності, що пред'являються до деталі, уточнені деякі формулювання вимог.

Конструкція деталі відпрацьована на технологічність. Обрано новий (відмінний від базового варіанту) метод отримання заготовки - штампування в відкритих закріплених штампах, що дозволило більш ніж на 10% підвищити коефіцієнт використання матеріалу.

Універсальні токарні верстати замінені токарськими верстатами СЧПУ. Розроблено оптимальні циклограми переміщення ріжучого інструменту, які були представлені в графічній частині проекту. Як ріжучий інструмент в основному застосовується і інструмент зі змінними багатогранними пластинами.

Розроблено конструкції верстатного і контрольного пристосування.

Проведені заходи дозволили значно знизити собівартість виготовлення деталі, а також підвищити ефективність організації виробництва.

В економічній частині розрахована собівартість деталі, яка виявилася нижче базової на 17,9 грн. Також були представлені техніко-економічні показники і показники ефективності, з яких видно, що представлений технологічний процес ефективніше базового.

В результаті проведення заходів отримано річний економічний ефект в розмірі 93 262 грн.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1.- 9-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Жестковой Н. И. - М.: Машиностроение, 2006.-928с.
2. В.М. Раскатов. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / В. М. Раскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс.- 3-е изд., – М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.
3. Меринов В. П. Технология изготовления деталей. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: уч. пособие/ В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе. – Липецк: ЛГТУ, 2007. 269с.
4. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач. Под общ. ред. В. М. Плескача.- Киев: Вища школа, 1991. - 246 с.
5. ГОСТ 7509-89 Штампованные заготовки
6. Зинченко А. М. Методичні вказівки до виконання практичної роботи „Проектування штампованої поковки” з дисципліни “Технологічні методи виготовлення заготовок” (для студ. 3-го курсу спец. 6.090202 “Технологія машинобудування” денної та заочн. форми навч.)/ Укл.: А. М. Зинченко, С. М. Кучма, С. Ю. Стародубов. – Алчевськ: ДонДТУ, 2007. – 36 с.
7. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992.-464 с.
8. Радкевич Я. М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб.пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, М.С.Островский; под ред. В. А.Тимирязева.– М.: Высш.шк., 2004.–272 с.
9. Косиловой А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. -5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.- 912 с.

10.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2-х ч. Ч.2: Нормативы режимов резания.- М.: Экономика. 1990.-472 с.

11.Косиловой А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. -5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.- 942 с.

12.Баранчиков В. И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В. И. Баранчиков, А. В. Жаринов, Н. Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с  
Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. М.: Машиностроение, 1984.- 592 с.

13.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2-х ч. Ч.1: Нормативы времени.- М.: Экономика. 1990.-206 с.

14.Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений.- Минск: Высшая школа, 1986.- 234 с.

15.Мельников Г. Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: Учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов /Под ред. А. М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1990 – 352 с.

16.Альбом по проектированию приспособлений: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. Вузов/ Б. М. Базров и др.]. М: Машиностроение, 1991-119

17.Контрольно-измерительные приспособления в машиностроение: уч.пособие/ В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе, И. В. Бочарова. – Липецк: ЛГТУ, 2013. 211с.

18.Ямпольского Е. С. Проектирование машиностроительных заводов: Справочник. В 6-ти т. Т.4 /Под ред. Е. С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1975 – 226 с.

19.Товары и услуги, промтовары: станок токарный 16К20 1987 г., Ковров. URL: <http://tiu.ru/p27409630-tokarnyj-16k20-1987g.html>. 14.04.2016.

20. Новатор: металлообрабатывающие станки из Европы, станок токарный с ЧПУ URL: 16Б16Т1.02 <http://www.novator-grp.ru/rus/stanki-ussr/16k20f3>. 23.01.2016. Загл. с экрана.

22. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп.– М.: Высшая школа, 1969. – 480с.

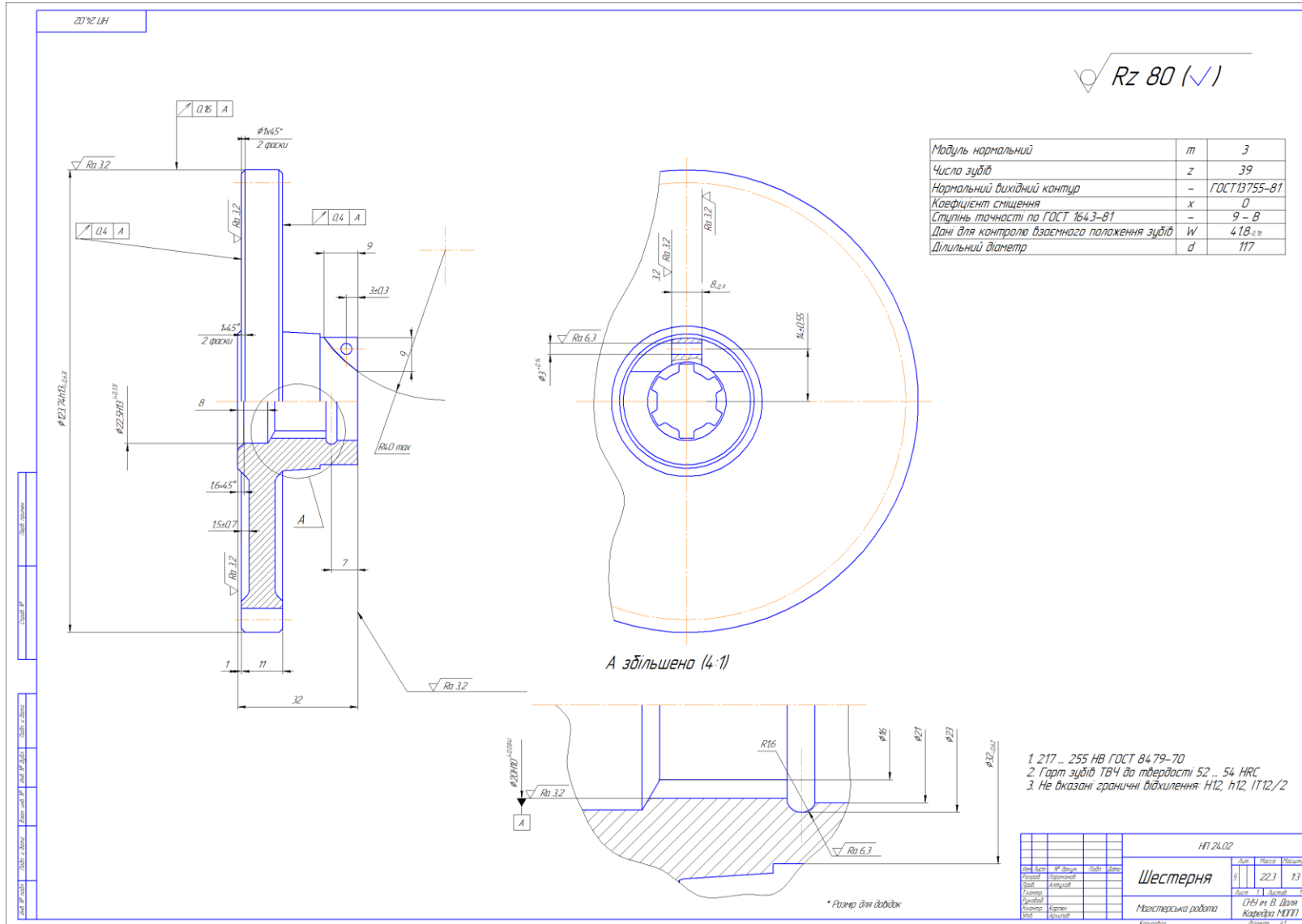
23. Экономика, организация и планирование машиностроительных предприятий: сборник задач / [С.С. Грацевский, А. Я. Рапопорт, А. П. Турутов та и др.] ; [под ред. А.П. Градова]. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1974. – 304 с.

24. Якобсона М. О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий / под ред. М. О. Якобсона. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1967. – 592 с.: ил. + прил.

Додаток А  
Креслення - Деталі.

Rz 80 (✓)

Модуль нормальний	m	3
Число зубів	z	39
Нормальний вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт сміщення	x	0
Ступінь точності по ГОСТ 1643-81	-	9 - B
Дані для контролю взаємного положення зубів	W	4.18 <sub>±0.10</sub>
Дільний діаметр	d	117

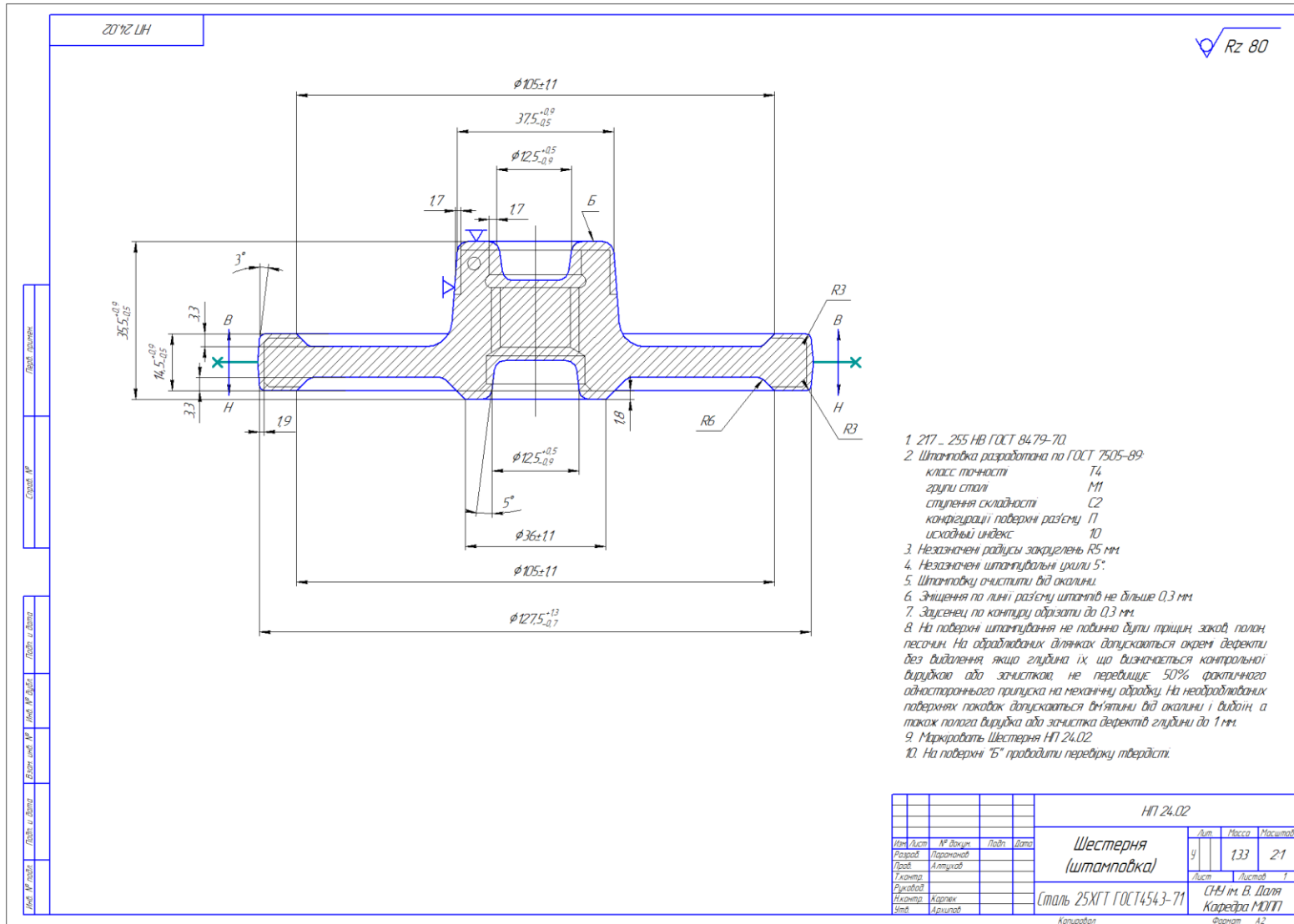


- 1 217 ... 255 HB ГОСТ 8479-70
- 2 Гарт зубів ТВЧ до твердості 52 ... 54 HRC
3. Не вказані граничні відхилення: H12, h12, IT12/2

№1.24.02		Лист	Масштаб	Масштаб
Шестерня		1/1	22:3	1:3
Мастерська робота		014 м. В. Данил Кадровий МДПТ		
Календар		Формат А1		

Додаток Б

Креслення - Заготовки.

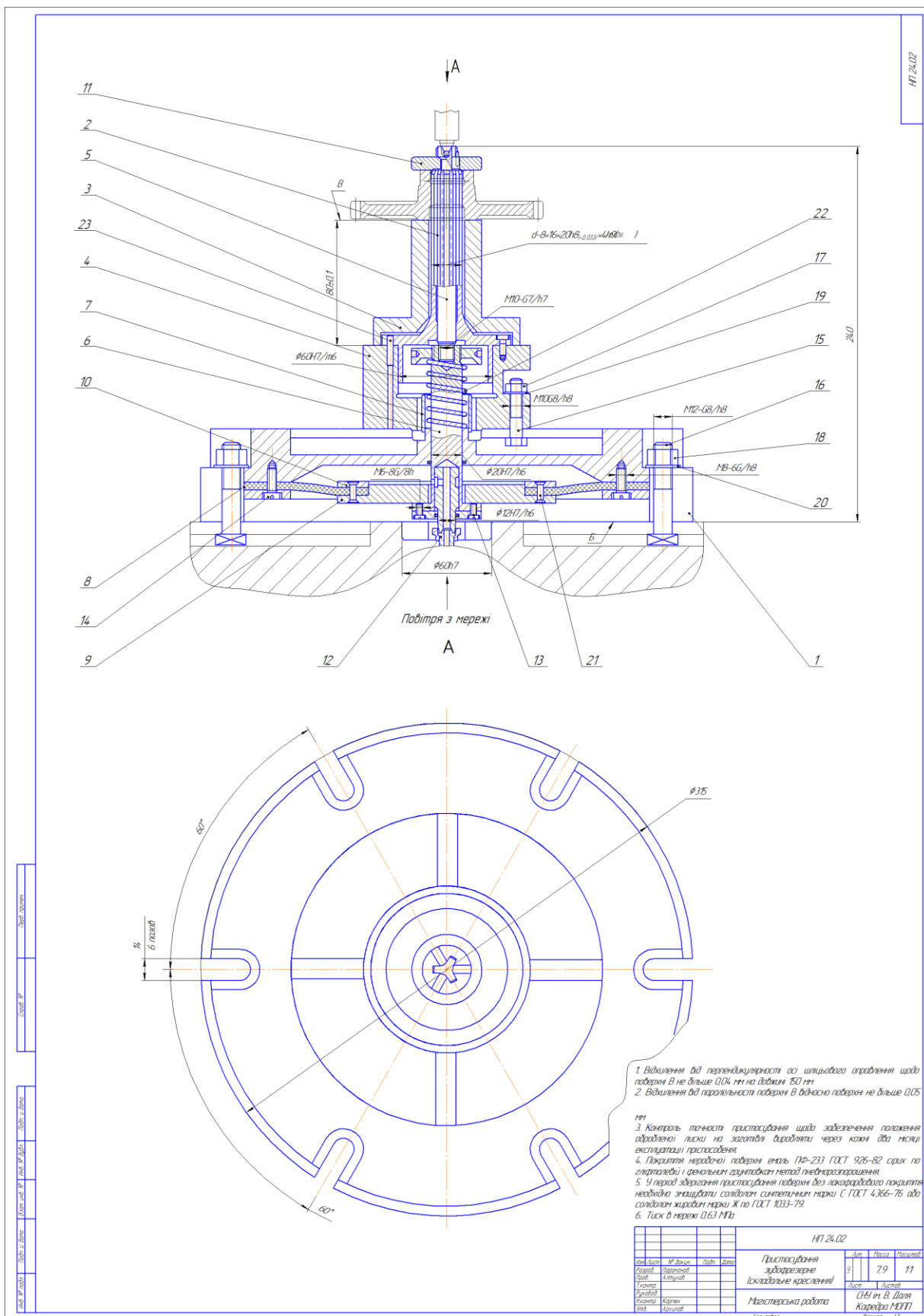






Додаток Г

Креслення - Зубофрезерного пристосування. Специфікація.

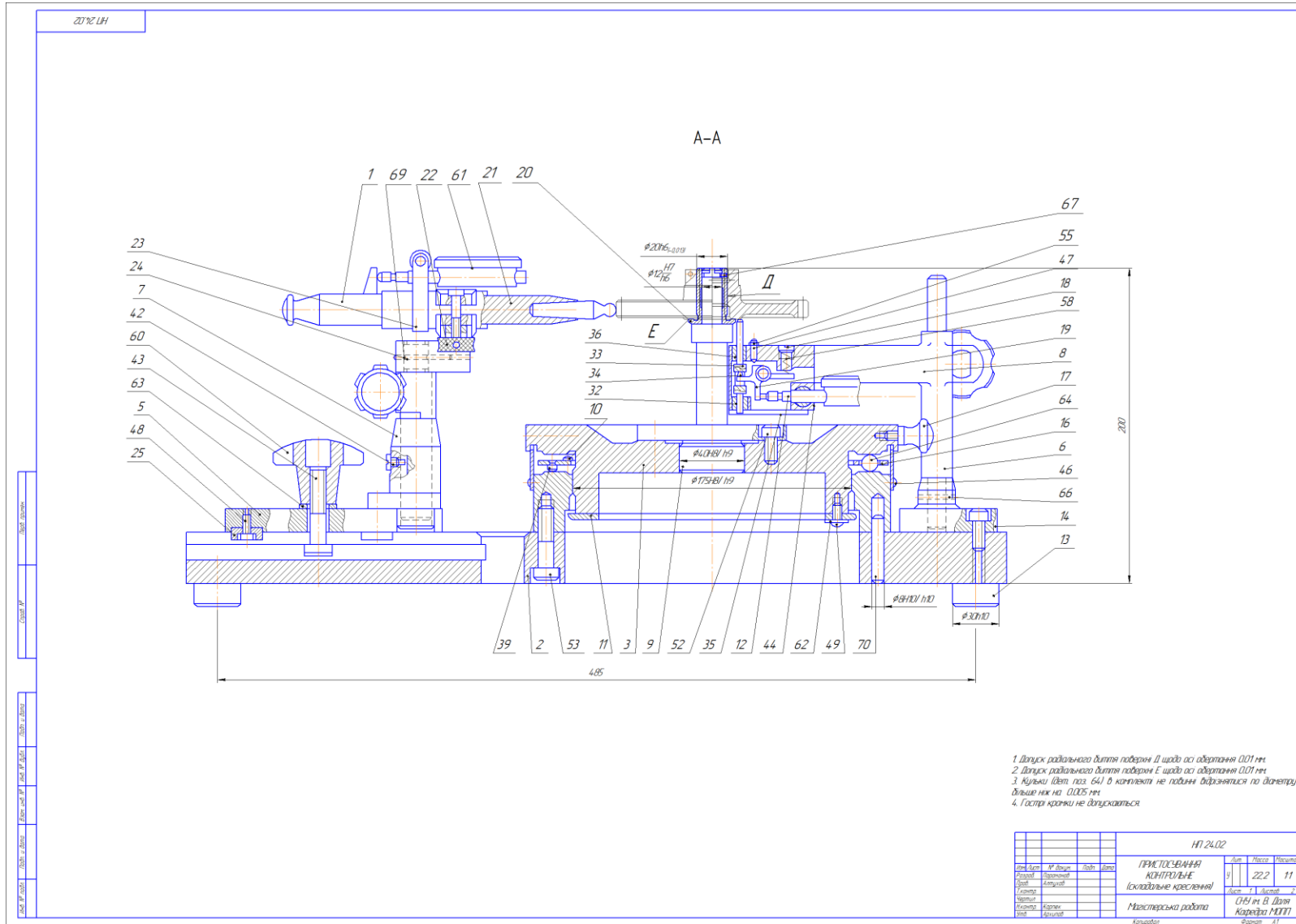


Формат	Знак	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1				<i>Розрахункова-пояснювальна записка</i>		
				<u>Деталі</u>		
	1		Пк 24.02.05.26.03.001	Корпус	1	
	2		Пк 24.02.05.26.03.002	Оправка	1	
	3		Пк 24.02.05.26.03.003	Підставка	1	
	4		Пк 24.02.05.26.03.004	Опора	1	
	5		Пк 24.02.05.26.03.005	Ось	1	
	6		Пк 24.02.05.26.03.006	Тяга	1	
	7		Пк 24.02.05.26.03.007	Втулка	1	
	8		Пк 24.02.05.26.03.008	Мембрана	1	
	9		Пк 24.02.05.26.03.009	Шайба	1	
	10		Пк 24.02.05.26.03.010	Кольцо	1	
	11		Пк 24.02.05.26.03.011	Шайба	1	
	12		Пк 24.02.05.26.03.012	Штуцер	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гвінт М6 х 14ГОСТ 1491-80	4	
		4		Гвінт М8 х 16 ГОСТ 1491-80	8	
		15		Болт М10 х 16 ГОСТ 7798-70	3	
		16		Болт 7002-2523 ГОСТ 13152-67	4	
		17		Гайка М8-6Н ГОСТ 5927-70	3	
		18		Гайка М12-6Н ГОСТ 5927-70	4	
НП 24.02						
		Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
№ Н.ориг.	Розроб.	Гарамонав				
	Проб.	Алтухов				
	Руковод.					
	Н.контр.	Карлек				
	Упд.	Архипов				
				Пристосування зубофрезерне		
		Лит.	Лист	Листов		
		У	1	2		
				СНУ ім. В. Даля Кафедра МОПП		



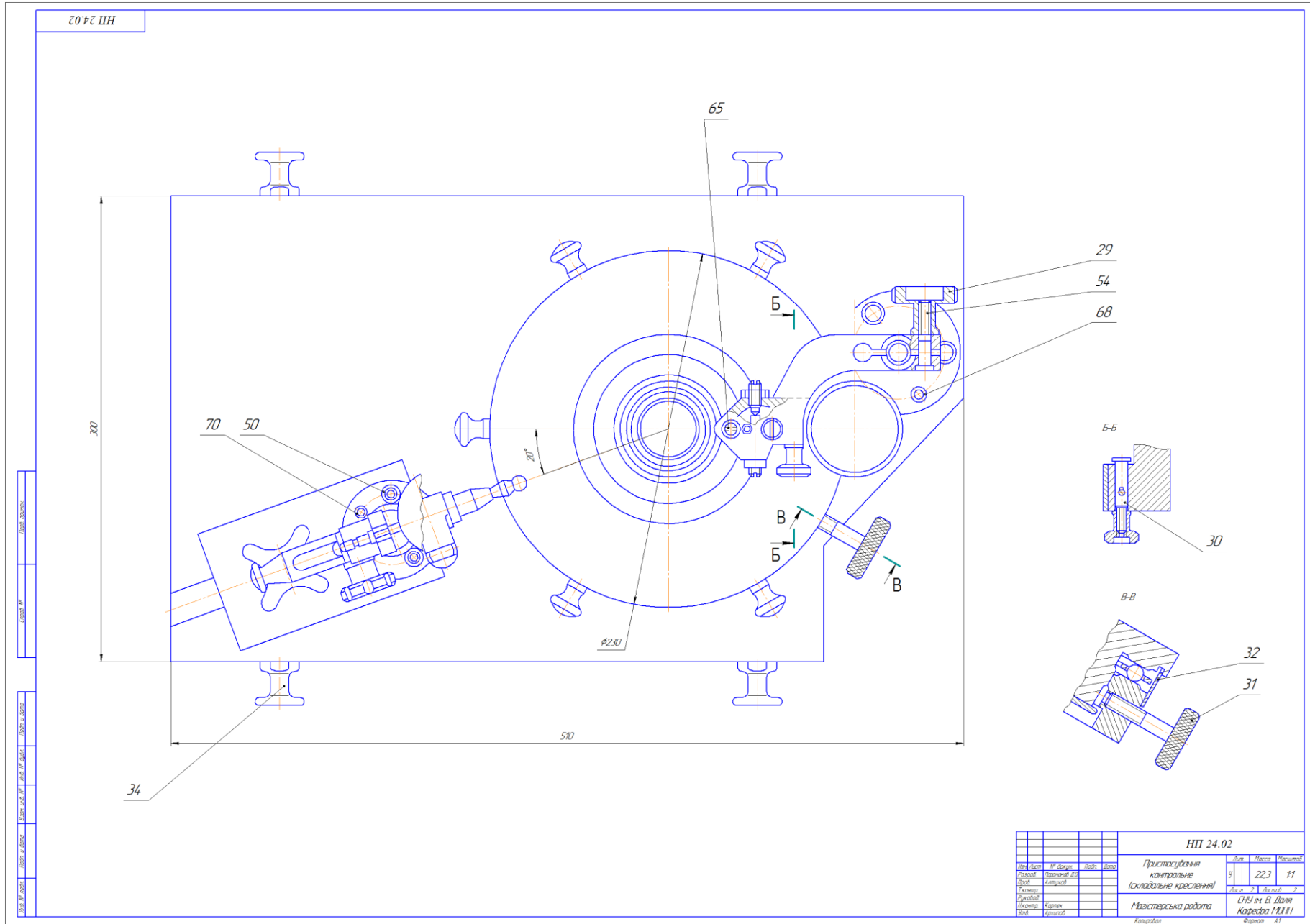
Додаток Д

Креслення – Контрольного пристосування. Специфікація.



1. Діапазон радіального відхилення поверхні  $\Delta$  щодо осі обертання 0,01 мм.
2. Діапазон радіального відхилення поверхні  $E$  щодо осі обертання 0,01 мм.
3. Кульки (дет. поз. 64) в комплекті не повинні відхилятися по діаметру більше ніж на 0,005 мм.
4. Гострі краї не допускаться.

				НТ 24.02		
Діагност	Інженер	Технік	Лінійний	ПРИСТРОЄВАННЯ КОНТРОЛЬНЕ (складальне креслення)		
222	11			Лист	Рисунка	Масштаб
				222	11	
				СНБ ім. В. Данила Кордівка МПТ		
				Мастерська робота Кордівка		



Формат			Знач			Лист			Поз			Позначення			Найменування			Кіл			Примітка																																
																		<u>Документація</u>																																			
A1																		Магістерська робота																																			
																		<u>Деталі</u>																																			
									1									ПК 24.02.05.26.04.001									Оправка									1																	
									2									ПК 24.02.05.26.04.002									Пліта									1																	
									3									ПК 24.02.05.26.04.003									Каретка									1																	
									4									ПК 24.02.05.26.04.004									Опора									1																	
									5									ПК 24.02.05.26.05.005									Пліта									1																	
									6									ПК 24.02.05.26.06.006									Стійка									1																	
									7									ПК 24.02.05.26.07.007									Втулка									1																	
									8									ПК 24.02.05.26.08.008									Кронштейн									1																	
									9									ПК 24.02.05.26.09.009									Стійка									1																	
									10									ПК 24.02.05.26.10.010									Кільця									1																	
									11									ПК 24.02.05.26.11.011									Кришка									1																	
									8									ПК 24.02.05.26.03.001									Шпонка									1																	
									4									ПК 24.02.05.26.03.014									Корпус									1																	
									16									ПК 24.02.05.26.03.016									Сепаратор									1																	
									17									ПК 24.02.05.26.04.017									Рукоятка									1																	
									18									ПК 24.02.05.26.04.018									Пробка									1																	
									19									ПК 24.02.05.26.04.019									Ричаг									1																	
									20									ПК 24.02.05.26.04.020									Оправка змінна									1																	
									21									ПК 24.02.05.26.04.021									Наконечник									1																	
																											НП 24.02																										
									Ізм									Лист									№ док.									Підп.									Дата								
									Разроб									Параманов																																			
									Проб.									Алтичай																																			
									Руковод																																												
									Н. кантр.									Карпук																																			
									Упб.									Архипов																																			
																																				<b>Пристосування</b> <b>контрольне</b>									Лит. / Лист / Листів У / / 1 /								
																																				СНУ ім. В. Доля Кафедра МОПП																	

Формат	Знач	Лист	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка		
		22	ПК 24.02.05.26.04.022	Вінт	1			
		23	ПК 24.02.05.26.04.023	Державка	1			
		24	ПК 24.02.05.26.04.024	Державка	1			
		29	ПК 24.02.05.26.04.025	Рукоятка	1			
		30	ПК 24.02.05.26.04.026	Ось	1			
		31	ПК 24.02.05.26.04.027	Гвінт	1			
		32	ПК 24.02.05.26.04.028	Кришка	1			
		34	ПК 24.02.05.26.04.029	Гвінт 709Г-0021	1			
		35	ПК 24.02.05.26.04.030	Кришка	1			
		36	ПК 24.02.05.26.04.031	Втулка	1			
				Стандартні вироби				
		12		Індикатор ИЧ-1 ГОСТ 23770-68	1			
		42		Гвінт М4x8 ГОСТ 1491-80	2			
		43		Болт 7002-2489 ГОСТ 13152-67	1			
		44		Гвінт М5 х 14 ГОСТ 1491-80	2			
		46		Гвінт М3 х 6 ГОСТ 17473-80	8			
		47		Гвінт М4x8 ГОСТ Р 50383-92	1			
		48		Гвінт М5 х 14 ГОСТ 1491-80	2			
		49		Гвінт М6 х 12 ГОСТ 17473-80	4			
		50		Гвінт М5 х 30 ГОСТ 11738-84	4			
		52		Гвінт М8 х 14 ГОСТ 11738-84	4			
		53		Швінт М10 х 25 ГОСТ 11738-84	4			
		54		Гвінт М6 х 14 ГОСТ 1491-80	1			
		55		Гайка М4-6Н ГОСТ 5927-70	1			
		58		Пружина 374 ГОСТ 23770-68	1			
		60		Рукоятка МН-23-16	1			
		61		Індикатор ИЧ1 ГОСТ 23770-68	1			
		62		Шайба 8 ГОСТ 9649-78	4			
Інд. N аркуш:						<b>НП 24.02</b>		Лист
								2
Інд. N аркуш:								
	Зм	Лист	N докум.	Літн.	Дата			





Додаток Е

Креслення – Проект ділянки.

