

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до бакалаврської роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *Бакалавр*

спеціальності *131 прикладна механіка*

спеціалізації *технології машинобудування*

на тему: «Розробка технологічного процесу виготовлення деталі (вал РС 96.02, річна програма 11000 шт), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню».

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТМ-15д

Зинченко І.В.

(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Алтухов В.М.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент Сергієнко О.В.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 87 с., 13 табл., 5 рис., 24 джерел.

У бакалаврській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «вал РС 96.02».

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 цеху. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

## ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі.....	A3
Креслення заготовки.....	A3
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
План ділянки цеху.....	A1
Усього в листах формату A1.....	4,5

Комплект технологічної документації на 20 сторінках.

ЗМІСТ	
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	7
1.1 Аналіз базового технологічного процесу.....	7
1.2 Вибір способу отримання заготовки .....	7
1.3 Розробка послідовності обробки поверхонь і складання маршруту обробки .....	10
1.4 Вибір обладнання .....	10
1.5 Розробка операційного технологічного процесу.....	13
1.6 Розрахунок режимів різання .....	14
1.7 Розрахунок норм часу .....	20
1.10 Визначення необхідної кількості обладнання.....	24
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	28
2.1 Проектування контрольного пристосування .....	28
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	32
3.1 Визначення кількості робочих місць на ділянці.....	32
3.2 Визначення тривалості технологічного циклу виготовлення партії деталей.....	36
3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників в цеху.....	42
4 ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ .....	44
4.1 Вибір і обґрунтування основних характеристик виробничої будівлі .....	44
4.2 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання .....	45
4.3 Проектування верстатного відділення .....	46
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	51
5.1. Калькуляція собівартості деталі .....	51
5.2 Розрахунок економічну ефективність ділянки .....	58
6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	61
6.1 Аналіз умов праці.....	62

6.2 Виробнича санітарія і гігієна праці. Освітлення виробничого приміщення.....	64
6.3 Оздоровлення повітряного середовища .....	64
6.4 Захист від шуму і вібрації .....	65
6.5 Техніка безпеки .....	66
6.6 Електробезпека .....	67
6.7. Захисне заземлення .....	68
6.8. Пожежна безпека .....	72
6.9 Організаційні заходи .....	74
7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА. НОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ .....	75
8 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ .....	78
8.1 Прогнозування можливих надзвичайних ситуацій на території підприємства, їх характеристика.....	78
8.2 Методи забезпечення захисту співробітників підприємства в надзвичайних ситуаціях.....	79
8.3 Управління підприємством у надзвичайній ситуації .....	80
ВИСНОВКИ .....	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	83
ДОДАТОК 1	
ДОДАТОК 2	
ДОДАТОК 3	
ДОДАТОК 4	
ДОДАТОК 5	
ДОДАТОК 6	

## 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

У даній роботі проводиться: аналіз технологічності деталі, аналіз схем установки і конструкції використовуваних пристосувань, складається технологічний маршрут і призначаються режими різання, а так само проводиться нормування розробленого технологічного процесу. При складанні технологічного процесу враховані технологічні процеси аналогічних деталей, проаналізовано досвід підприємства і матеріали переддипломної практики.

Основним методом оптимізації і вдосконалення існуючих технологічних процесів є розширення сфери застосування верстатів з ЧПУ.

При використанні верстатів з ЧПУ вивільняються висококваліфіковані кадри, скорочується кількість спеціального оснащення і спрощується застосовується спеціальне оснащення. Використання верстатів з ЧПУ забезпечує високу стабільність технологічного процесу в тому числі і за рахунок зменшення впливу людського фактору.

Застосування предметно-орієнтовані ділянки в якості форми організації виробництва дозволяє прискорити і здешевити транспортні операції, зменшити міжопераційний час і пролежування заготовок. Застосування групової організації виробництва дозволяє підвищити завантаження обладнання і його окупність за рахунок скорочення і зменшення обсягу переналадок, так як на одній ділянці обробляється широка номенклатура деталей, що належать до одного класу.

## 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз базового технологічного процесу

На базовому підприємстві заготовка з прокату. Виготовлення цієї деталі більш раціонально на горизонтально-кувальній машині.

У базовому технологічному процесі деталь обробляється в трьох кулачковому патроні. Цей комплект не є найбільш оптимальним при обробці деталі "Вал".

Токарні операції діляться на 2 етапи, це є доцільним. В даному випадку не зберігається принцип сталості баз, тобто ми чотири рази перевстановлюємо деталь. Всі токарні операції виконуються на токарному верстаті 16К20Т1, його можливості дозволяють виконати всі вимоги на двох операціях. В інших операціях принцип єдності баз дотримуються.

У технологічному процесі застосовується в швидкорізальні стали і напаяні твердосплавні пластини. Слід замінити спосіб кріплення твердих пластин на резцедержавке.

### 1.2 Вибір способу отримання заготовки

Визначаємо можливі способи отримання заготовки для деталі "Вал привідний". Річна програма випуску становить 11000 шт.

Визначаємо чотири основних показників деталі за рекомендаціями [17]:

- Матеріал - сталь 45;
- Основні конструктивні ознаки: ступінчастий вал з прямолінійною віссю.
- Серійність виробництва при річній програмі випуски 11000 шт.
- Маса деталі 18 кг.

Порівняємо два види отримання заготовки з прутка і штампування на ГКР

Пруток гарячекатаний для деталі приймаємо  $\varnothing 85$  мм і довжиною 712 мм з урахуванням припусків на обробку. Маса такої заготовки дорівнює 24 кг згідно з розрахунками в Компасі 3D.

Визначаємо обсяг заготівлі за формулою з урахуванням максимальних розмірів [22]:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{4} \cdot 712 = 4038,1 \text{ см}^3$$

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho = 4098,1 \cdot 0,00785 = 25 \text{ кг}$$

Визначаємо витрату матеріалу на одну деталь з урахуванням неминучих технологічних втрат на відтинку заготовок. Ширина різку при відрізьку  $L_{отр} = 2,5$  мм:

Число заготовок, виходячи з прийнятої довжини прокату за стандартами, визначається по формулі:

З прокату довжиною 4 м:

$$X_4 = \frac{L_{пр} + L_{заж} + L_{отр}}{L_{заг} + l_{пр}} = \frac{4000 - 0 - 2,5}{712 + 5} = 5,6 \text{ шт, приймаємо 6 штук}$$

З прокату довжиною 7 м:

$$X_7 = \frac{L_{пр} + L_{заж} + L_{отр}}{L_{заг} + l_{пр}} = \frac{7000 - 0 - 2,5}{712 + 5} = 9,75 \text{ шт, приймаємо 10 штук}$$

Залишок довжини визначається в залежності від прийнятої довжини прокату:

з прокату довжиною 4 м:

$$X_4 = L_{пр} - L_{отр} - L_{заж} - (L_3 \cdot X_4) = 4000 - 0 - 2,5 - (712 \cdot 6) = 269,5 \text{ мм}$$

$$П_{НК4} = \frac{L_{НК4} \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{269,5 \cdot 100}{4000} = 6,74\% ;$$

З прокату 7 м:

$$X_7 = L_{пр} - L_{отр} - L_{заж} - (L_3 \cdot X_7) = 7000 - 0 - 2,5 - (712 \cdot 10) = 167,5 \text{ мм}$$



$$P_{HK7} = \frac{L_{HK7} \cdot 100}{L_{np}} = \frac{167,5 \cdot 100}{7000} = 2,39\%$$

З розрахунків на неkratність слід, що прокат завдовжки 7 м для виготовлення заготовок економічніший, ніж прокат завдовжки 4 м: Втрати матеріалу на довжину торцевого обрізання прокату в процентному співвідношенні до довжини прокату складуть:

$$P_{o.m} = \frac{L_{omp} \cdot 100}{L_{np}} = \frac{2,5 \cdot 100}{7000} = 0,03\%$$

Загальні втрати (%) до довжини обраного прокату:

$$P_{п.о} = P_{HK7} + P_{cm} = 2,39 + 0,03 = 2,42\%$$

Витрата матеріалу на одну деталь з урахуванням всіх технологічних неминучих втрат визначаємо за формулою:

$$M_{з.п} = \frac{M_{з} \cdot (100 + P_{п.о})}{100} = \frac{25 \cdot (100 + 2,42)}{100} = 25,605 \text{ кг}$$

$$K_{п.м} = \frac{M_{\delta}}{M_{з.п}} = \frac{18}{25,605} = 0,7\%$$

Визначаємо вартість заготовки з прокату:

$$C = C_{м} \cdot M_{з.п} - (M_{з.п} \cdot M_{\delta}) \cdot C_{отх} = 350 \cdot 25,605 - (25,605 - 18) \cdot 300 = 678,5 \text{ грн.}$$

де,  $C_{м} = 350$  грн / кг - ціна одного кілограма матеріалу;

$C_{отх} = 30000$  грн/т – ціна 1 тонни відходів, тобто 300 грн / кг.

Заготівля, виготовлена методом гарячого об'ємного штампування на ГКР.

Висновок: За результатами техніко-економічного дослідження, де порівнювався - отримання заготовок на горизонтально - кувальної машині і заготовок, отриманих з прокату, було визначено, що з економічної точки зору отримання заготовок другим методом більш витратна, але значно простіше. Але якщо поглянути на це з іншого боку - при механічній обробці заготовки, отриманої на ГКР, коефіцієнт використання матеріалу значно вище, що

економить нам велику кількість металу, який іде у стружку при обробці заготовки з прокату, що цілком може перекрити витрати на штампування заготовки. Розглянувши всі переваги і недоліки, я вважаю, що більш доцільним буде вибрати заготовку, отриману методом гарячого об'ємного штампування на горизонтально-кувальній машині.

### 1.3 Розробка послідовності обробки поверхонь і складання маршруту обробки

Першими етапами обробки деталі є обробка технологічних баз з метою обробки основних баз деталі. Першими обробляються поверхні на фрезерно-центрувальній операції 005.

Далі обробляються поверхні на токарному верстаті з ЧПУ 010, наступного токарної операції з ЧПУ 015 обробляються поверхні 3,5.

Потім відбувається обробка на операції 025 пазів шпон а на 030 операції паза.

На останніх операціях механічної обробки шляхом шліфування доводять поверхню до необхідної якості.

Висновок: У загальному нічого складного в технологічному процесі немає і за змістом повністю описує типовий технологічний процес обробки валів.

Після потрібно контрольна операція для перевірки відповідності отриманих розмірів до необхідних.

### 1.4 Вибір обладнання

Устаткування вибираємо виходячи з виду обробки, розмірів заготовки і деталі, схем базування, максимально використовуючи технологічні характеристики верстата. Для виконання токарної обробки застосовуємо

обладнання з ЧПУ. На інших операціях, з огляду на простих конфігурацій оброблюваних поверхонь, використовуємо універсальні верстати по [1].

Моделі верстатів і їх основні технологічні характеристики наведені нижче [8]:

Технічні характеристики фрезерно-Центрувально верстата МР-71М:

габаритні розміри фрезерного верстата становлять:

- довжина - 2640 мм,

- ширина - 1450 мм

- висота - 1720 мм;

найбільша і найменша довжина оброблюваних деталей: -200-500 мм;

діаметр оброблюваної заготовки деталі -25-125 мм;

число швидкостей шпинделя ріжучого інструменту - 6;

-частота обертання шпинделя інструменту, хв-1 - 125; 179; 497; 712.

Технічні верстата токарно-гвинторізного з ЧПУ 16К20Т1:

Максимальний діаметр оброблюваної деталі, мм:

- над станиною: 400;

- над супортом: 115.

Число одночасно керованих координат: 2;

Частота обертання, шпинделя, хв<sup>-1</sup>: 22,4

Подачі, мм / об:

- поздовжні: 0,01;

- поперечні: 0,005 - 1,4;

Максимальна робоча подача, мм/хв:

- поздовжня: 2000;

- поперечна 1100;

Швидкість швидких переміщень, мм/хв:

- поздовжніх: 6000;

- поперечних: 5000;

Дискретність переміщень, мм:

- поздовжніх: 0,01;

- поперечних: 0,005;

Число позицій револьверної головки: 6

Найбільші розміри поперечного перерізу різця, що встановлюється в резцедержателі, мм: 25 X 25

Потужність головного електродвигуна, кВт: 11

Габарити верстата, мм

- довжина: 3080;

- ширина 1700;

- висота 1700;

Маса верстата, кг: 4000;

Технічні характеристики верстата шпоночно-фрезерного 692М:

Межі частоти обертання шпинделя Min  $\text{хв}^{-1}$ -375

Межі частоти обертання шпинделя Max  $\text{хв}^{-1}$  -3750

Клас точності верстата по ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С) Н

Потужність двигуна кВт-1.6

Число інструментів у магазині - 20

Діаметр оброблюваної деталі, мм - 800

Довжина деталі, мм - 200

Найбільший діаметр встановлюваної заготовки, мм - 400

Габарити верстата (ДхШхВ) (мм) -1520 x 14001 x 750

Маса, кг - 1250

Технічні характеристики верстата круглошліфавального 3М151В

Найбільший діаметр заготовки, мм-200

Найбільша довжина заготовки, мм -700  
 Найбільший діаметр отвору, що шліфується, мм-1016  
 Найбільші розміри шліфувального круга, мм:  
 Межі частоти обертання шпинделя Min об / хв -35  
 Межі частоти обертання шпинделя Max об / хв 1-590  
 Клас точності верстата по ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С) -В  
 Частота обертання шпинделя бабки виробу, хв-1 -12  
 Потужність двигуна кВт-10  
 Габарити верстата (ДхШхВ) (мм) -4635 x 2450 x 2170  
 Маса, кг - 6032

### 1.5 Розробка операційного технологічного процесу

Користуючись даними по точності обробки різними методами, наведеними в джерелі [5] виберемо способи обробки поверхонь деталі «Вал» та зведемо маршрути обробки поверхонь в таблицю номера поверхонь вказані на малюнку 1. Основні поверхні обертання обробляються начорно і начисто за токарні операції з ЧПУ.

Далі деталь слід на шпоночно-фрезерні операції, де фрезерують 3 шпонкових паза.

Після виконуються одна круглошліфувальні операції, на яких досягається необхідна точність і шорсткість поверхонь. Контроль деталі виконується під час виконання операцій різанням, а також на остаточному етапі технологічного процесу на окремій операції контролю.

Операційний (межпереходний) припуск на обробку поверхні за методикою [2] можна визначити як суму.

Таблиця 1.1 наведено операційно-технологічній процес обробки деталі

Таблиця 1.1 - Операційно-технологічний процес обробки деталі.

Номер, найменування операції	Найменування і модель верстата	Найменування оброблюваної поверхні, номер за ескізом	Переходи при обробці поверхні
005 Фрезерно-центровальна	Фрезерно-центровальний МР71-М	Торці	1.Фрезерувати торці 1,10 2. Свердлити центровальні отвори
010 Токарна з ЧПУ	Токарний з ЧПУ, 16К20Т1	Поверхні торець ; канавку	1. Точити поверхню 6,7,9 попередньо. 1. Точити поверхню 6,7,9 начисто. 2.Точити канавку 12
015 Токарна з ЧПУ	Токарний з ЧПУ, 16К20Т1	Поверхня ; торець 5,	1. Точити поверхню 3, 5 попередньо. 2. Точити поверхню 3, 5 начисто.
020,Шпоночно-фрезерна	Шпоночно-фрезерний 692М	Пази	1.Фрезерувати пази 2,4 однократно
025 Круглошлифувальна	Круглошлифувальний 3М151В	Поверхня	1.Шлифувати поверхню 6
030 Контрольна	Контролер	Уся деталь	Контроль деталі.

### 1.6 Розрахунок режимів різання

Як приклад приведу розрахунок режимів різання. Розрахуємо режими різання на фрезерно-центрувальну операцію 005 по [2]. .

Фрезерувати торці розміром 712 мм:

1.Глубіна різання

$$t = (L-l)/2, \text{ мм}$$

де  $L$  - длина заготовки, мм;

$l$  - длина деталі, мм

$$t = (400-395)/2=2,5 \text{ мм}$$

## 2. Подача

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$$

## 3. Швидкість різання

$$v = (C_v \cdot D^q) / (T^m \cdot t \cdot s^y \cdot B^h \cdot Z^p) \cdot K_v, \text{ м/хв}$$

де  $T$  - середнє значення періоду стійкості, хв.;

$t$  - глибина різання, мм;

$S$  - подача, мм / об

$K_v$  - загальний коефіцієнт, що представляє собою множення з ряду поправочних коефіцієнтів, які враховують конкретні умови різання.

$C_v$  - коефіцієнт при швидкості різання

$m, x, y$  - показники ступенів при швидкості різання

$D$  - діаметр фрези, мм

$B$  - ширина фрезерування, мм

$Z$  - число зубів фрези, штук

$$C_v = 64,7 \quad m = 0.20 \quad x = 0.1 \quad y = 0.2 \quad q = 0.25 \quad u = 0.15$$

$$P = 0$$

$$T = 180 \text{ хв}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}$$

де  $K_{mv}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної;  
 $K_v$  коефіцієнт, що враховує спосіб отримання заготовки;  
 $K_{nv}$  - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$$K_{uv} = 0.9; K_{nv} = 1.0 \text{ по [2].}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)$$

де  $K_r$  - коефіцієнт, що характеризує групу стали за якістю обробки.

$\sigma_B$  – фактичні параметри, що характеризують матеріал, обробляється, для якого розраховується швидкість різання.

$n_v$  - показник ступеня при обробці.

$$K_{mv} = 0,85 \cdot (750/980)^{0,9} = 0,58$$

$$K_v = 0,58 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,52$$

$$v = (332 \cdot 100^{0,2}) / (100^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 35^{0,2} \cdot 7^0) \cdot 0,83 = 310 \text{ м/хв}$$

4. Визначаємо частоту обертання

$$n = 1000v/(\pi D), \text{ хв}^{-1}$$

Де  $v$ -швидкість різання, м / хв

$D$  - наружний діаметр, мм

$$N = (1000 \cdot 275) / (3,14 \cdot 100) = 875 \text{ хв}^{-1}$$

Порівнюємо з паспортними даними та приймаємо



$$n_{\text{пасп}} = 700 \text{ хв}^{-1}$$

### 5. Розрахувати дійсну швидкість різання

$$V_{\text{действ}} = (\pi D n) / 1000, \text{ м/хв}$$

Де  $D$ - наружний діаметр, мм  
 $n$ - частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$

$$V_{\text{действ}} = (3,14 \cdot 100 \cdot 700) / 1000 = 219 \text{ м/хв}$$

### 6. Сила різання

$$P_z = (10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot z) / (D^q \cdot n^w) \cdot K_p, \text{ Н}$$

де  $t$  - глибина різання, мм;

$S$  - подача, мм / об;

$K_p$ - загальний коефіцієнт який представляє собою множення з ряду поправочних коефіцієнтів враховують конкретні умови різання.

$C_p$  - коефіцієнт при швидкості різання;

$D$  - діаметр фрези, мм

$V$  - ширина фрезерування, мм

$Z$  - число зубів фрези, штук

$n$  - частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$

$$C_p = 82,5$$

$$x = 0,95$$

$$y = 0,8$$

$$n = 1,1$$

$$Q = 1,1$$

$$w = 0$$

$$K_{\text{мп}} = (\sigma_B / 750)^n$$

Де  $\sigma_b$  - фактичні параметри, що характеризують матеріал оброблюваної для якого розраховується швидкість різання

$n$  - показник ступеня при обробці різцем

$$K_{mp} = (950/750)^{0,3} = 0,95$$

$$P_z = (10 \cdot 82,5 \cdot 1,55^{0,95} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 90^{1,1} \cdot 14) / (100^{1,1} \cdot 125^0) \cdot 1,08 = 825,4 \text{ Н}$$

7. Визначаємо потужність різання [2]:

$$N_{рез} = (P_z \cdot v) / (1020 \cdot 60), \text{ кВт}$$

Де  $P_z$  - сила різання,

$v$  – швидкість різання, м / хв

$$N_{рез} = (825,4 \cdot 275,4) / (1020 \cdot 60) = 3,71 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність шпинделя

$$N_{шт} = N_{дв.} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де  $N_{дв.}$  - потужність двигуна, кВт

$\eta$  - КПД привода

$$N_{шт} = 7,5 \cdot 0,85 = 6,37 \text{ кВт.}$$

4. Частота обертання визначається за формулою

$$N = (1000 \cdot 22,46) / (3,14 \cdot 3,15) = 2271 \text{ хв}^{-1}$$

Порівнюємо з паспортними даними та приймаємо

$$n_{\text{пасп}} = 1125 \text{ хв}^{-1}.$$

5. Розрахувати дійсну швидкість різання за формулою

$$V_{\text{действ}} = (3,14 \cdot 3,15 \cdot 1125) / 1000 = 11,12 \text{ м/хв}$$

6. Розраховуємо крутний момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^4 \cdot s^y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Де  $S$  - подача, мм / об;

$K_p$  - коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки

$$C_M = 0,0345q = 2,0 \qquad y = 0.8$$

$K_p$  визначаємо за формулою :

$$K_p = (650/750)^{0,75} = 0,89$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,15^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,89 = 0,84 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Визначимо потужність різання

$$N_{\text{рез}} = (M_{\text{кр}} \cdot n) / (9750), \text{ кВт}$$

Де  $M_{\text{кр}}$  – обертаючий момент, Н·м

$n$  – частота обертів об/мин

$$N_{\text{рез}} = (0,84 \cdot 125) / (9750) = 0,1 \text{ кВт}$$

$N_{шт}$  визначаємо за формулою:

$$N_{шт} = 2,2 \cdot 0,85 = 1,87 \text{ кВт}$$

### 1.7 Розрахунок норм часу

Визначимо норму часу на операцію 015 (токарних з ЧПУ) за методикою і нормативам, наведеним у [9]. Штучно - калькуляционное час на операцію визначається за формулою:

$$T_{шт-к.} = \frac{T_{п.-з.}}{n} + T_{шт},$$

де  $n$  - кількість деталей в партії, яка обробляється при одній настройці верстата. Кількість деталей можна визначити за формулою:

$$n \approx \frac{N_3 \cdot a}{F_3} = \frac{11000 \cdot 3}{259} = 127,$$

Де  $N_{3.м} = 11000$  – місячна програма запуску деталей, шт.;

$a = 3...10$  - необхідний запас для забезпечення безперервної роботи складального цеху або ділянки, днів. Приймаємо  $a = 3$  днів;

$F_3 = 259$  – Ефективний річний фонд часу роботи, днів.

$T_{п.-з}$  – підготовчо-заключний час на підготовку до виготовлення партії деталей. воно розраховується [9]:

$$T_{п.-з} = T_{п.-з1} + T_{п.-з2} + T_{п.-з3}$$

де  $T_{п.-з1}$  – норма часу на організаційну підготовку, передбачає:

– отримання наряду, креслення, технологічної документації, програмноносителя становить 4 міні.,

– отримання ріжучого, допоміжного та контрольованого інструменту і пристосувань перед початком і здачі після обробки партії деталей. За [9] час складе хв;

– ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією, огляд заготовки. За [9] час складе 2 хв;

- інструктаж майстра. За [9] час складе 2 хв.

Таким чином,  $T_{п.-31}$  складе 8 хвилин.

$T_{п.-32}$  – норма часу на наладку верстата, пристосувань, інструменту та програмних пристроїв, передбачає:

- установку і зняття пристосування (в даному випадку в центрах патрона) - 6,5 хв .;

- установка первісний режим обробки - 0,15 хв .;

- установка і зняття інструментального блоку і ріжучих інструментів - 1 хв .;

- встановити вихідні координати (налаштувати нульове положення) - 1,5 хв .;

- набір програми кнопками на пульті управління пристрою ЧПУ - 3 хв.

У підсумку, отримуємо  $T_{п.-32} = 21,85$  хв.

$T_{п.-33}$  – норма часу на пробну обробку, за даними [9] для даних умов становить 5,3 хв.

Підготовчо-заключний час дорівнює:

$$T_{п.-3} = 8 + 21,85 + 4,3 = 26,15 \text{ хв.}$$

Штучний час для верстатів з ЧПУ розраховується за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тр}) \cdot \left( 1 + \frac{a_{тех} + a_{опе} + a_{омд}}{100} \right),$$

Де  $T_{ца}$  – час циклу автоматичної роботи верстата за програмою, хв;

$T_{в}$  – допоміжний час, хв.;

$a_{\text{тех}} = 5$ ,  $a_{\text{орг}} = 5$ ,  $a_{\text{отд}} = 4$  – коефіцієнти витрат часу на технічне, організаційне обслуговування, відпочинок і особисті потреби;

$K_{\text{тр}}$  – поправочний коефіцієнт на час виконання ручної допоміжної роботи в залежності від партії оброблюваних деталей. Для партії з 94 деталей  $K_{\text{тр}} = 0,77$  [9].

Час циклу автоматичної роботи верстата визначається за формулою:

$$T_{\text{ца}} = T_o + T_{\text{мв}},$$

де  $T_o$  – основний час на обробку однієї деталі, хв.:

$$\text{– для установка А: } T_o = \sum_{i=1}^k \frac{L_i}{S_{mi}} = \frac{506}{450} = 1,2;$$

де  $L_i$  – довжина робочого ходу на  $i$ -му технологічному інструменту з урахуванням врізання, мм;

$S_{mi}$  – хвилинна подача на  $i$ -му технологічному ділянці, мм/мин.

Основное время составляет:  $T_o = 0,89$  мин.

$T_{\text{мв}} = T_{\text{х.х}} + T_{\text{с.и}} + T_{\text{изм}}$  – машинно-допоміжний час роботи за програмою, яка включає час холостих ходів, зміни інструменту і час налагоджувальних вимірювань. Воно становить 0,16 хв.

Час циклу автоматичної роботи верстата дорівнює:

$$T_{\text{ца}} = 0,89 + 0,16 = 1,05 \text{ хв}$$

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{з}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{к.и}},$$

Де  $T_{yc}$  – час на установку і зняття деталі;

$T_3$  – час на закріплення деталі;

$T_{в.оп}$  – допоміжний час, пов'язане з операцією і не увійшло в керуючу програму. Прийmemo 1,31 хв.;

$T_{к.и}$  – час на контрольні вимірювання .Пріmem 0,22 хв

При установці деталі в центрах  $T_{yc} + T_3 = 0,31$  мин

На операції деталь буде переустановлюватися.

Час контрольних вимірювань буде перекриватися часом роботи верстата  $T_{ца}$ . Отримуємо:

$$T_g = 1,31 + 0,22 + 0,31 = 1,84 \text{ хв.}$$

Штучний час на операції складе:

$$T_{шт} = (1,05 + 1,84 \cdot 0,77) \cdot \left(1 + \frac{5+5+4}{100}\right) = 2,8 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.-к.} = \frac{26,15}{94} + 2,8 = 3,07 \text{ хв.}$$

Для інших операцій з ЧПУ норми часу визначаємо за довідковими даними [9 - 10], для верстатів з ручним керуванням - за джерелами [9, 11, 12].

У таблиці 1.2 наведено нормування часу.

Таблиця 1.2 - Нормування часу

Номер	Найменування операції	$T_o$	$T_v$	$T_{п.з.}$	$T_{шт.к.}$
005	Фрезерно-центровальна	0,27	0,53	18	1,08
010	Токарна з ЧПУ	1,48	1,84	27	4,11
015	Токарна з ЧПУ	0,89	1,84	26,15	3,07
020	Шпоночно-фрезерна	2,24	1,03	19,5	3,41
025	Круглошлифувальна	1,42	0,91	21	2,83

## 1.10 Визначення необхідної кількості обладнання

Визначення кількості робочих місць на ділянці

Програма запуску  $N_3$  визначається за формулою:

$$N_3 = N \cdot 1,15,$$

Де  $N = 11000$  – річна програма випуску виробів за завданням на, шт.;

1,15 – коефіцієнт, який враховує незавершене виробництво.

Програма запуску становить:

$$N_3 = 11000 \cdot 1,15 = 11050 \text{ шт.}$$

Місячну програму запуску визначаємо за формулою:

$$N_{3,м} = \frac{N_3}{12} = \frac{11050}{12} = 922 \text{ шт.}$$

Операційна партія становить  $n = 94$  деталі.

Середнє штучно-калькуляційний час операцій розраховується за формулою:



$$t_{\text{шт. к. ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт. к. } i}}{n},$$

де  $t_{\text{шт.к.}i}$  – штучно-калькуляційний час  $i$ -й операції механічної обробки, хв.;

$n$  – кількість операцій механічної обробки в технологічному процесі.

Підставляючи штучно-калькуляційний час кожної операції, визначається середнє штучно-калькуляційний час операцій:

$$t_{\text{шт. к. ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт. к. } i}}{n} = \frac{1,08 + 4,11 + 3,07 + 1,99 + 3,43 + 2,43 + 2,83 + 1,94}{8} = \frac{20,88}{8} = 2,61$$

хв.

Визначаємо середнє завантаження 1 робочого місця даної деталлю в місяць:

$$T_{\text{ср м}} = N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт. к. ср}} = 671 \cdot 2,61 = 1751,31 \text{ хв.}$$

Питома трудомісткість місячної програми запуску деталі при числі змін  $j = 45$ :

$$T_{\text{N}} \% = \frac{100 \cdot T_{\text{ср.м}}}{60 \cdot F_{\text{з.м}}} = \frac{100 \cdot 1751,31}{60 \cdot 300} = 9,72 \%,$$

Де  $F_{\text{з.м}}$  – ефективний фонд часу обладнання, ч. Наприклад, при кількості змін  $j = 45$  ефективний місячний фонд часу становить  $F_{\text{з.м}} = 300$  ч.

Тривалість випуску деталей в місяць (в змінах):

$$\Phi = j \cdot T_{\text{N}} \% = 45 \cdot 9,72 = 437,4\% = 4,37; \text{ приймаємо } 5.$$

Місячний ефективний фонд часу роботи обладнання для випуску даної деталі (в годинах):

$$f_{\text{э.м}} = \frac{F_{\text{з.м}} \cdot \Phi}{j} = \frac{300 \cdot 5}{45} = 33,3 \text{ ч.}$$

Визначаємо розрахункову кількість верстатів на кожній операції по формулі:

$$C_{pi} = \frac{N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт.к.і}}}{60 \cdot f_{\text{э.м}}}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання

$$\eta_i = \frac{C_{pi}}{C_{\text{прі}}},$$

де  $C_{\text{прі}}$  – Прийнята кількість верстатів на операції.

Обчислюємо розрахункове і прийняте число верстатів, а також коефіцієнт завантаження за операціями:

$$C_{p1} = \frac{671 \cdot 1,08}{60 \cdot 33,3} = 0,36 \quad C_{\text{пр1}} = 1 \quad \eta_1 = \frac{0,36}{1} = 0,36$$

$$C_{p2} = \frac{671 \cdot 4,11}{60 \cdot 33,3} = 1,38 \quad C_{\text{пр2}} = 2 \quad \eta_2 = \frac{1,38}{2} = 0,69$$

$$C_{p3} = \frac{671 \cdot 3,07}{60 \cdot 33,3} = 1,03 \quad C_{\text{пр3}} = 2 \quad \eta_3 = \frac{1,03}{2} = 0,51$$

$$C_{p4} = \frac{671 \cdot 1,99}{60 \cdot 33,3} = 0,66 \quad C_{\text{пр4}} = 1 \quad \eta_4 = \frac{0,66}{1} = 0,66$$

$$C_{p5} = \frac{671 \cdot 3,43}{60 \cdot 33,3} = 1,15 \quad C_{пр5} = 2 \quad \eta_5 = \frac{1,15}{2} = 0,57$$

$$C_{p6} = \frac{671 \cdot 2,43}{60 \cdot 33,3} = 0,81 \quad C_{пр6} = 1 \quad \eta_6 = \frac{0,81}{1} = 0,81$$

$$C_{p7} = \frac{671 \cdot 2,83}{60 \cdot 33,3} = 0,95 \quad C_{пр7} = 1 \quad \eta_7 = \frac{0,95}{1} = 0,95$$

$$C_{p8} = \frac{671 \cdot 1,94}{60 \cdot 33,3} = 0,65 \quad C_{пр8} = 1 \quad \eta_8 = \frac{0,65}{1} = 0,65$$

Знаходимо кількостей обладнання:

$$C_{пр1} + C_{пр2} + C_{пр3} + C_{пр4} + C_{пр5} + C_{пр6} + C_{пр7} + C_{пр8} = 11 \text{ шт.}$$

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування контрольного пристосування

#### Опис конструкції призначення пристосування

Згідно з кресленням деталі необхідно контролювати радіальне биття поверхні отвори  $\varnothing 60r6$  і  $45r7$  щодо осей базових поверхонь.

З огляду на зміну вимірювальних баз необхідно посилити допуск контрольного биття в порівнянні з вказаним на кресленні.

Схема вимірювання включає установчі центру і вимірювальну головку. Проектована пристосування складається з станини 2, на якій закріплені задня бабка 3 і передня бабка 4. У передній бабці встановлений центр 6 - нерухомий. У задній бабці встановлений підпружинений рухливий центр. Контрольована деталь встановлюється в центрах. Плита 2 має один Т - подібний паз. Підстава 1 з прикрутити шпонками 35 встановлюється центральним Т - образному пазу. За допомогою настановних гвинтів 28, вкручених у втулки підстави 1, встановлюється валик 11. На валу закріплена державка 13 з гвинтом 18, на який надіта державка 22. Вимірювальна головка встановлюється в державке 22.

#### Призначення контрольного пристосування

Проектована пристосування є універсальним. Можна вимірювати радіальне биття, відхилення від круглості невеликих валиків і втулок за допомогою вимірювальних головок.

Контроль радіального биття поверхні  $\varnothing 60r6$  і  $\varnothing 45r7$  мм щодо базових осей проводиться таким чином. Передня бабка закріплюється в крайньому лівому положенні затягуванням гайки 32. Задня бабка встановлюється на заданий міжцентрову відстань по П - образному Вимірювач і фіксується поворотом рукоятки 32. Вимірювач видаляють.

Відтягують рухливий центр натисканням на важіль 12 і встановлюють деталь, важіль відпускають. У державке 22 закріплюється гільза виміральної головки, після того, як наконечник виміральної головки з невеликим натягом введений в стикається з поверхнею деталі. Головка встановлюється на "0". Провертаючи деталь на 360 градусів, помічають найбільші і найменші свідчення, обчислюють радіальне биття. Для зняття деталі натискають на важіль 12 і акуратно видаляють деталь.

Структура похибки вимірювання.

Розрахуємо похибка вимірювання імовірнісним методом. Розсіювання значень замикаючої ланки розмірної ланцюга похибки вимірювання приймемо за законом Гаусса, або нормальному закону розподілу. Імовірність ризику приймаємо 3%. Загальна похибка вимірювання при розрахунку імовірнісних методом складе [15]:

$$\omega = \Delta t \sqrt{\sum_{i=1}^m \lambda_i^2 \omega_i^2},$$

де  $\Delta t$  – коефіцієнт при нормальному розподілі розмірів останнього у ланки. Для 3% ризику  $\Delta t = 2,17$ ;

$\lambda_i$  – коефіцієнт розсіювання. Для нормального закону розподілу

$$\lambda_i = \frac{1}{\sqrt{9}};$$

$\omega_i$  – складові похибки вимірювання. Включають в себе:

$\omega_{СИ} = 0,0001$  мм – похибка вимірального приладу за паспортними даними;

$\omega_{суб} = 0,001$  мм – суб'єктивна похибка вимірювання (приймаємо половину ціни поділки приладу);

$\omega_{cn} = 0,01$  мм – специфічна погрішність, в даному випадку це середнє зміщення базового отвори деталі і базує оправлення;

$\omega_l$  – похибка від температурних деформацій. Приймаємо 15% від суми всіх інших похибок:

$$\omega_l = 0,15 \cdot (0,001 + 0,001 + 0,01) = 0,0018 \text{ мм}$$

В результаті максимальна похибка вимірювання пристосування складе:

$$\begin{aligned} \omega_{изм} &= \Delta t \sqrt{\lambda_i^2 \omega_{СИ}^2 + \lambda_i^2 \omega_{суб}^2 + \lambda_i^2 \omega_{cn}^2 + \lambda_i^2 \omega_l^2} = \\ &= 2,17 \sqrt{\frac{1}{9} \cdot 0,001^2 + \frac{1}{9} \cdot 0,001^2 + \frac{1}{9} \cdot 0,01^2 + \frac{1}{9} \cdot 0,0018^2} = 0,0063 \text{ мм} \end{aligned}$$

Знайдемо фактичну похибку вимірювань, яка дорівнює відношенню сумарної похибки пристосування до допуску контрольованого параметра:

$$\omega = \frac{0,0063}{0,020} = 30,5 \%$$

Похибка вимірювання цілком відповідає для деталей нормальної точності. Для таких виробів допустима похибка знаходиться в межах 20-30% від допуску контрольованого параметра.

Допустиму похибку вимірювання:

$$[\Delta] = (0,25 \dots 0,3) \cdot 0,03 = 0,0075 \dots 0,009 \text{ мм}$$

Фактична похибка вимірювання не перевищує допустиму, пристосування можна використовувати. Прийняте засіб вимірювання здатне з достатньою точністю зробити виміри.

Якщо прийняти координати середин полів допусків базового отвори деталі і базує втулки, то утворений невеликий натяг виключить похибка вимірювання, що виникає через зазорів при сполученні. В такому випадку  $\omega_{cn} = 0$ . Похибка вимірювання при відсутності зазору:

$$\begin{aligned} \omega &= \Delta t \sqrt{\lambda_i^2 \omega_{\text{СИ}}^2 + \lambda_i^2 \omega_{\text{цуб}}^2 + \lambda_i^2 \omega l_i^2} = \\ &= 2,17 \sqrt{\frac{1}{9} \cdot 0,001^2 + \frac{1}{9} \cdot 0,001^2 + \frac{1}{9} \cdot 0,0018^2} = 0,00165 \text{ мм.} \end{aligned}$$

### 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Визначення кількості робочих місць на ділянці

Програма запуску  $N_3$  визначається за формулою по [20]:

$$N_3 = N \cdot 1,15,$$

де  $N = 11000$  – річна програма випуску виробів за завданням на, шт. ;  
 $1,15$  - коефіцієнт, який враховує незавершене виробництво.

Програма запуску становить:

$$N_3 = 11000 \cdot 1,15 = 12615 \text{ шт.}$$

Місячну програму запуску визначаємо за формулою:

$$N_{3.м} = \frac{N_3}{12} = \frac{12615}{12} = 1052 \text{ шт.}$$

Операційна партія становить  $n = 94$  деталі.

Середнє штучно-калькуляційний час операцій розраховується за формулою:

$$t_{\text{шт. к. ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт. к. i}}}{n},$$

де  $t_{\text{шт. к. i}}$  – штучно-калькуляційний час  $i$ -й операції механічної обробки, хв.;

$n$  – кількість операцій механічної обробки в технологічному процесі.



Підставляючи штучно-калькуляційний час кожної операції, визначається середнє штучно-калькуляційний час операцій:

$$\begin{aligned}
 t_{\text{шт.к.ср}} &= \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт.к.}i}}{n} = \\
 &= \frac{1,08 + 4,11 + 3,07 + 1,99 + 3,43 + 2,43 + 2,83 + 1,94}{8} = \\
 &= \frac{20,88}{8} = 2,61 \text{ хв.}
 \end{aligned}$$

Визначаємо середнє завантаження 1 робочого місця даної деталлю в місяць:

$$T_{\text{ср.м}} = N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт.к.ср}} = 1052 \cdot 2,61 = 1751,31 \text{ мин.}$$

Питома трудомісткість місячної програми запуску деталі при числі змін  $j = 45$ :

$$T_{\text{N}\%} = \frac{100 \cdot T_{\text{ср.м}}}{60 \cdot F_{\text{з.м}}} = \frac{100 \cdot 1751,31}{60 \cdot 300} = 9,72 \%,$$

де  $F_{\text{з.м}}$  – ефективний фонд часу обладнання, ч. Наприклад, при кількості змін  $j = 45$  ефективний місячний фонд часу становить  $F_{\text{з.м}} = 300$  ч.

Тривалість випуску деталей в місяць (в змінах):

$$\Phi = j \cdot T_{\text{N}\%} = 45 \cdot 9,72 = 437,4\% = 4,37; \text{ приймаємо } 5.$$

Місячний ефективний фонд часу роботи обладнання для випуску даної деталі (в годинах):

$$f_{\text{э.м}} = \frac{F_{\text{з.м}} \cdot \Phi}{j} = \frac{300 \cdot 5}{45} = 33,3 \text{ ч.}$$

Визначаємо розрахункову кількість верстатів на кожній операції по формулі:

$$C_{pi} = \frac{N_{\text{з.м}} \cdot t_{\text{шт.к.і}}}{60 \cdot f_{\text{э.м}}}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання

$$\eta_i = \frac{C_{pi}}{C_{\text{прі}}},$$

де  $C_{\text{прі}}$  – Прийнята кількість верстатів на операції.

Обчислюємо розрахункове і прийняте число верстатів, а також коефіцієнт завантаження за операціями:

$$C_{p1} = \frac{671 \cdot 1,08}{60 \cdot 33,3} = 0,36 \quad C_{\text{пр1}} = 1 \quad \eta_1 = \frac{0,36}{1} = 0,36$$

$$C_{p2} = \frac{671 \cdot 4,11}{60 \cdot 33,3} = 1,38 \quad C_{\text{пр2}} = 2 \quad \eta_2 = \frac{1,38}{2} = 0,69$$

$$C_{p3} = \frac{671 \cdot 3,07}{60 \cdot 33,3} = 1,03 \quad C_{\text{пр3}} = 2 \quad \eta_3 = \frac{1,03}{2} = 0,51$$

$$C_{p4} = \frac{671 \cdot 1,99}{60 \cdot 33,3} = 0,66 \quad C_{\text{пр4}} = 1 \quad \eta_4 = \frac{0,66}{1} = 0,66$$

$$C_{p5} = \frac{671 \cdot 3,43}{60 \cdot 33,3} = 1,15 \quad C_{\text{пр5}} = 2 \quad \eta_5 = \frac{1,15}{2} = 0,57$$

Рисунок 3.1 наведено графік завантаження по операціям.

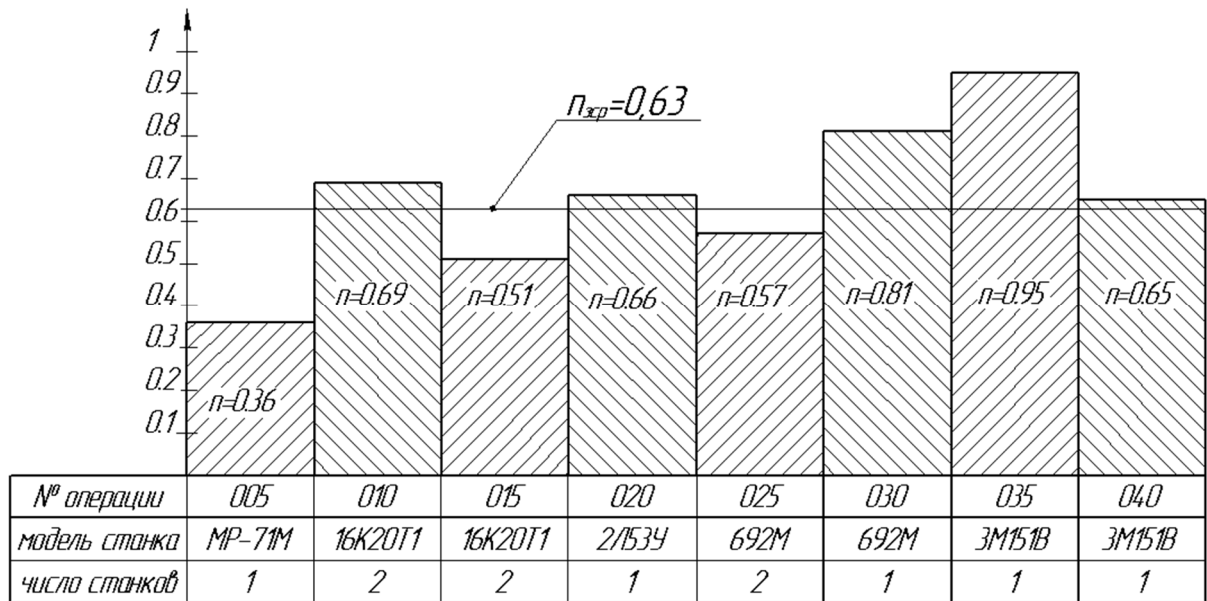


Рисунок 3.1 – Графік завантаження по операціям

$$C_{p6} = \frac{671 \cdot 2,43}{60 \cdot 33,3} = 0,81 \quad C_{np6} = 1 \quad \eta_6 = \frac{0,81}{1} = 0,81$$

$$C_{p7} = \frac{671 \cdot 2,83}{60 \cdot 33,3} = 0,95 \quad C_{np7} = 1 \quad \eta_7 = \frac{0,95}{1} = 0,95$$

$$C_{p8} = \frac{671 \cdot 1,94}{60 \cdot 33,3} = 0,65 \quad C_{np8} = 1 \quad \eta_8 = \frac{0,65}{1} = 0,65$$

Знаходимо середній коефіцієнт завантаження устаткування:

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{pi}}{\sum_{i=1}^n C_{npi}} = \frac{0,36 + 1,38 + 1,03 + 0,66 + 1,15 + 0,81 + 0,95 + 0,65}{1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1} = 0,63$$

Будуємо графік завантаження обладнання (см. рис. 3.1).

Коефіцієнт завантаження устаткування на фрезерно-центрувальній операції 005, що набагато нижче допустимого значення. Трохи нижче допустимого значення коефіцієнти завантаження на операціях 010 і 025, які

дорівнюють 0,51 і 0,57 відповідно. Такі показники викликані невеликим штучно-калькуляційним часом на операціях. Для підвищення коефіцієнта завантаження устаткування до прийняттого рівня завантажимо обладнання на ділянці обробкою типових деталей.

### 3.2 Визначення тривалості технологічного циклу виготовлення партії деталей

Для даних умов технологічного процесу в умовах среднесерійного виробництва можливий послідовний або паралельно-послідовний вид руху.

Приймаємо паралельно-послідовний вид руху, тому що при цьому виді руху тривалість циклу виготовлення партії деталей істотно менше. Даний вид руху характерний тим, що деталі з операції на операцію передаються транспортними партіями або поштучно. При цьому відбувається часткове суміщення часу виконання суміжних операцій.

Тривалість технологічного циклу ( $T_{п-п}$ ) при паралельно-послідовному вигляді руху визначається за формулою, хв:

$$T_{n-n} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт.к. i}}{C_{пр i}} - (n - n_{т}) \sum_{i=1}^{m-1} \left( \frac{t_{шт.к. i}}{C_{пр i}} \right)_{к}$$

Де  $n$  – кількість деталей в операційній партії шт.,  $n = 94$ ;

$n_{т}$  – кількість деталей у транспортній (передавальній) партії, шт, приймаємо  $n_{т} = 47$ ;

$t_{шт. к i}$  – штучно-калькуляційна норма часу на операцію, хв.:

$\left( \frac{t_{шт-к}}{C} \right)_{к}$  – найбільш короткий операційний цикл (з кожної пари

суміжних операцій), хв.

Тривалість циклу дорівнює:

$$T_{n-n} = 94 \left( \frac{1,08}{1} + \frac{4,11}{2} + \frac{3,07}{2} + \frac{1,99}{1} + \frac{3,43}{2} + \frac{2,43}{1} + \frac{2,83}{1} + \frac{1,94}{1} \right) - (94 - 47)(11,93) = 902,4 \text{ хв.}$$

Зсув для кожної пари операцій визначається за формулою, хв.:

$$S_i = (n - n_r) \cdot \left( \frac{t_{umi}}{C_i} \right)_k$$

Отримаємо:

В таблиці 3.1 наведено зсув операцій в хвиликах

Таблиця 3.1 - Зсув операцій в хвиликах

$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$
50,76	96,58	72,14	93,53	80,60	114,21	133,01	91,18

### 3.3 Організація обслуговування робочих місць на ділянці

Система обслуговування робочих місць повинна виконувати наступні функції:

- транспортування заготовок, готових деталей і інших необхідних вантажів між робочими місцями і складом;
- періодична заміна інструменту та технологічної оснастки;
- обслуговування і перевірка обладнання і пристосувань;
- видалення відходів з робочих місць.

Вибираємо централізовану планово-попереджувальний систему обслуговування робочих місць, так як при середнесерийном типі виробництва вона найбільш ефективна. При такій системі обслуговування полегшується управління між структурними підрозділами підприємства.

Планово-попереджувальний обслуговування полягає в тому, що роботи по обслуговуванню робочих місць виконуються на основі календарного плану-графіка. Така форма обслуговування має особливості:

- плановість - узгодженість обслуговування з плановим ходом виробництва (наприклад, плановий ремонт обладнання);
- люб'язність - попередження будь-яких перебоїв в ході роботи (ремонт обладнання, забезпечення запасу заготовками і т.д.);
- комплексність - забезпечення повного обслуговування робочих місць по всіх функцій;
- своєчасність - усунення в процесі виробництва неполадок в короткі терміни;
- надійність - висока якість профілактичних робіт та ремонту, щоб уникнути перебоїв виробництва;
- економічність - виконання робіт з мінімальними трудовими і матеріальними витратами.

Визначаємо тривалість ремонтного циклу для обладнання ділянки за такою формулою:

$$T_{p.ц} = A \cdot K_{т.п.} \cdot K_{о.м.} \cdot K_y \cdot K_{к.с.}, ч$$

Де  $A$  – установлення норматив часу оперативної роботи верстата, станко/ч.;

$K_{т.п.}$  – 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;

У цьому технологічному процесі використовуються верстати тільки з лезовий інструментом. Приймаються наступні значення для всіх верстатів [24]:

$A = 24000$  станко/ч.;

$K_{т.п.} = 1,3$  – для среднесерійного типу виробництва;

$K_{о.м.} = 1$  – для сталі;

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

$K_{к.с.} = 1$ .

Виходить:

$$T_{р.ц.} = 24000 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1 = 27456 \text{ ч.}$$

Визначається тривалість ремонтного циклу в роках за формулою:

$$T_{р.ц.}^{год} = \frac{T_{р.ц.}}{\Phi_{д.о.}} = \frac{27456}{4015} = 6,8 \text{ лет.}$$

Де  $\Phi_{д.о.} = 4015$  - річний ефективний фонд часу роботи обладнання, ч.

Структура міжремонтного циклу для всіх легких і середніх верстатів, що використовуються в технологічному процесі, вагою до 10 т [19].

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

Тривалість міжремонтного періоду в місяцях:

$$T_{р.ц.}^{мес} = \frac{T_{р.ц.}^{год} \cdot 12}{P_c + P_m + 1} = \frac{6,8 \cdot 12}{2 + 6 + 1} = 9 \text{ мес.} \text{ приймаем } 10 \text{ місяцев.}$$

де  $P_c, P_m$  – кількість відповідно середніх і малих ремонтів.

Тривалість межосмотрового періоду в місяцях:

$$T_{мо.п}^{мес} = \frac{T_{р.ц.}^{год} \cdot 12}{P_c + P_m + P_o + 1} = \frac{6,8 \cdot 12}{2 + 6 + 9 + 1} = 4,5 \text{ мес.} \text{ приймаємо } 5 \text{ місяців.}$$

де  $P_o$  – кількість оглядів.

Визначається трудомісткість ремонту для 2 верстатів: токарного с ЧПУ 16К20Т1 і радіально-свердлильного 2Л53У.

Трудомісткість ремонту обчислюється як:

$$T_{\text{рем}} = P \cdot H \cdot C, \text{ ч.},$$

де  $P$  – категорія ремонтної складності устаткування;

$C = 1$  – кількість одиниць однойменного обладнання (для 1 верстата);

$H$  – норма часу на одиницю ремонтної складності (см. табл. 3.3).

В таблиці 3.3 наведена норма часу обладнання.

Таблиця 3.3 - Норма часу обладнання [20]

Види ремонту	Норма часу, нормо-годин			Всього, час
	Слюсарні роботи	Станочні роботи	Інші роботи	
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Малий	4,0	2,0	0,1	6,1
Середній	16,0	7,0	0,5	23,5
Капітальний	23	10	2,0	35

Визначається трудомісткість ремонтів для верстата 16К20Т1. Кількість одиниць ремонтної складності вибирається відповідно до єдиної системи планово-попереджувальних ремонтів обладнання [19]. Для даного обладнання категорія ремонтної складності  $P = 15$ . Трудомісткість ремонтів, ч.:

– капітального  $T_{\text{рем}}^K = 15 \cdot 35 \cdot 1 = 525$ ;

– середнього  $T_{\text{рем}}^C = 15 \cdot 23,5 \cdot 1 = 352,5$ ;

– малого  $T_{\text{рем}}^M = 15 \cdot 6,1 \cdot 1 = 91,5$ ;

– огляда  $T_{\text{рем}}^O = 15 \cdot 0,85 \cdot 1 = 12,75$ .



Для верстата 2Л53У категорія ремонтної складності  $P = 10$  [19].  
Трудомісткість ремонтів по (57), ч.:

– капітального  $T_{рем}^K = 10 \cdot 35 \cdot 1 = 350$ ;

– середнього  $T_{рем}^C = 10 \cdot 23,5 \cdot 1 = 233,25$ ;

– малого  $T_{рем}^M = 10 \cdot 6,1 \cdot 1 = 61$ ;

– огляду  $T_{рем}^O = 10 \cdot 0,85 \cdot 1 = 8,5$ .

За отриманими даними будуємо річний графік ремонтних робіт по верстатах (см. таблицю 3.4).

Таблиця 3.4 - Графік ремонтних робіт

Модель станка	Категорія ремонтної	Дата останнього ремонту	Види ремонтних робіт												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
16К20Т1	15	$\frac{II.2015}{C}$		$\frac{12,75}{O}$						$\frac{12,75}{O}$			$\frac{91,5}{M}$		$\frac{12,75}{O}$
2Л53У	10	$\frac{I.2015}{O}$	$\frac{61}{M}$			$\frac{8,5}{O}$								$\frac{61}{M}$	

Витрати ріжучого інструменту протягом місяця для п'ятого (найтривалішого) переходу токарно-гвинторізний операції 010 визначаються за формулою:

$$K_p = \frac{N_{з.м.} \cdot t_0}{60 \cdot T_{инстр} \cdot (l - k)}$$

де  $N_{з.м.} = 1052$  – кількість деталей по місячній програмі, шт.;

$t_0 = 1,54$  – основний час на перехід, хв;

$k$  – коефіцієнт передчасного виходу інструменту з ладу ( $k \approx 0,15$ );

$T_{\text{инстр}}$  – основний час роботи інструменту до повного зносу, ч.  
Визначається як:

$$T_{\text{инстр}} = \left( \frac{L}{l} + 1 \right) \cdot t_c = \left( \frac{6}{0,5} + 1 \right) \cdot 0,83 = 10,79 \text{ ч.}$$

де  $L = 6$  – допустима величина сточування робочої частини при заточуваннях, мм;

$l = 0,5$  – середня величина шару, що знімається при кожній заточування, мм.;

$t_c = 0,83$  – стійкість інструменту, час.

Витрати ріжучого інструменту на перехід в місяць складають:

$$K_p = \frac{N_{з.м.} \cdot t_o}{60 \cdot T_{\text{инстр}} \cdot (l - k)} = \frac{1052 \cdot 1,54}{60 \cdot 10,79 \cdot (0,5 - 0,15)} = 0,65 \text{ шт.}$$

Тобто 1 різець. Для даного переходу в рік потрібно 8 різців.

### 3.4 Розрахунок кількості робочих місць і працівників в цеху

Кількість робочих місць в цеху з розрахунку річної трудомісткості робіт, виконуваних в цеху по формулі:

$$C_{p.ц.} = \frac{T_{\text{цех}}}{60 \cdot \Phi_{\text{д.о.}} \cdot K_{\text{в.н.}} \cdot K_z} = \frac{48000000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,08 \cdot 0,8} = 231 \text{ шт.}$$

$T_{\text{цех}}$  – загальна річна трудомісткість робіт, що виконується в цеху, хв.  
Приймаємо  $T_{\text{цех}} = 48000000$  мин.;

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

$K_3$  – середній коефіцієнт завантаження робочих місць при даному типі виробництва (для середнесерійного виробництва  $K_3 = 0,8$ );

$\Phi_{д.о.}$  – ефективний фонд часу роботи верстата,  $\Phi_{д.о.} = 4015$  ч.

Кількість основних робітників у цеху розраховується за формулою:

$$P_0 = \frac{T_{цех}}{60 \cdot \Phi_p \cdot K_{в.н.}} = \frac{48000000}{60 \cdot 1820 \cdot 1,08} = 407 \text{ чел.}$$

де  $\Phi_p$  – Ефективний річний фонд часу роботи робітника, год (для 40-годинного робочого тижня і 24 дням відпустки  $\Phi_p = 1820$  ч. [3]).

Кількість допоміжних працівників (робітники ремонтних та інструментальних служб, транспортні та підсобні робітники, робітники складів і комірники, наладчики тощо) можна визначити в залежності від кількості виробничих працівників. Для механічних цехів середнесерійного виробництва допоміжні працівники складають 20-25% від основних. Прийmemo середнє значення:

$$P_g = 0,22 \cdot 407 = 90 \text{ чел.}$$

Чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП) визначається як частина від загальної кількості робітників. Чисельність ІТП дорівнює 11-13% від суми основних і допоміжних робітників, чисельність лічильно-контторського персоналу (СКП) дорівнює 4-5 %, а чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) становить 2-3 %. Виробляемо розрахунки, приймаючи середні показники:

$$P_{ИТР} = 0,11 \cdot (407 + 90) = 55 \text{ чел.}$$

$$P_{СКП} = 0,05 \cdot (407 + 90) = 25 \text{ чел.}$$

## 4 ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ

### 4.1 Вибір і обґрунтування основних характеристик виробничої будівлі

Приймаємо одноповерхова будівля з повним каркасом, так як це дозволяє використовувати уніфіковані будівельні конструкції і відповідає всім вимогам єдиної модульної системи (ЕМС). Реалізуючи принцип блокування, в одному виробничому приміщенні зазвичай розміщують кілька цехів з однорідними технологічними процесами. Габарити будівлі формуємо з уніфікованою типовий секції (УТС). Одна УТС має розміри  $72 \times 72$  м і площа  $5184 \text{ м}^2$ . Для проєктованого цеху приймаємо виробничу будівлю, що складається з однієї УТС  $72 \times 72$  м [21].

Сітка колон характеризує співвідношення ширини прольоту і кроку колон (А Б). Відстані А і Б вимірюються між осями колон.

Для виробничих будівель механічних і складальних цехів рекомендується застосовувати уніфіковані сітки колон з розмірами: 18, 12 м. Приймаємо сітку колон рівній 18 12 м, так як вона є основною сіткою і її застосування переважно. По периметру будівлі (під стінами) уніфікований крок А, рівний 12 м зменшуємо до 6 м [21].

Для без кранових будівлі висота прольоту визначається як відстань від рівня підлоги будівлі в нижній затяжки несучої ферми. Так як в якості міжопераційного транспорту застосовується ручний візок з гідропод'ємником, тоді висота прольоту буде дорівнювати мінімально допустимому стандартному значенню, а саме  $H = 6$  м, який вибирається за рекомендаціями джерела [17]. На рис. 4.1 представлена схема визначення висоти прольоту Н. На наведеній схемі вказані значення висоти найвищого обладнання, в даному випадку є токарний верстат ( $A = 2430$  мм) і висоти прольоту  $H = 6000$  мм.

Рисунок 4.1 наведена висота прольоту будівлі цеху

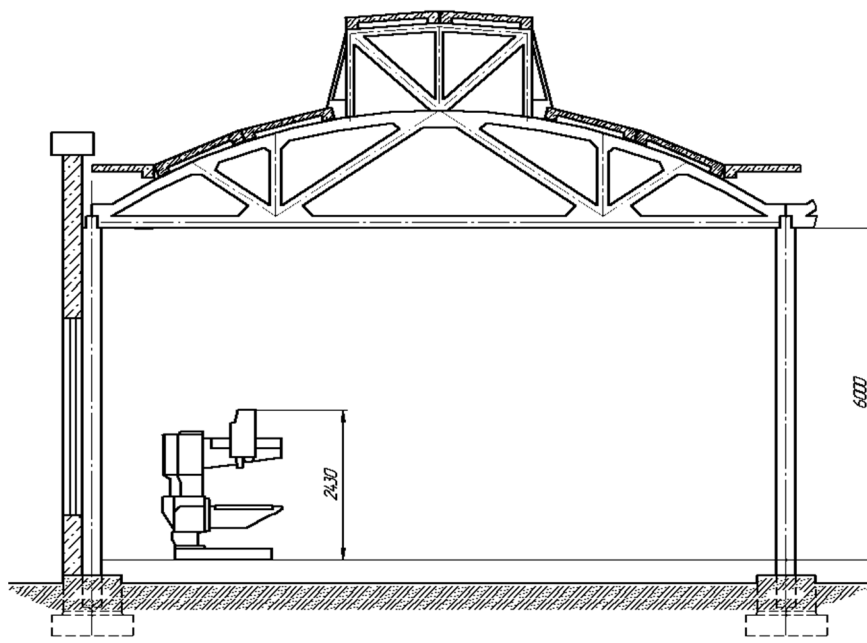


Рисунок 4.1 - Висота прольоту будівлі цеху

#### 4.2 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання

Оброблювана деталь «Вал приводний» має масу 18 кг і відноситься до легких за масою деталей. За формою деталь є представником класу валів. Деталь виготовляється зі сталі.

Класифікація застосовуваної транспортної системи:

- за призначенням - міжопераційний вид транспорту;
- за способом переміщення вантажів - як в тарі, так і без тарі;

Як межопераційного транспорту приймаємо ручну високопідйомні візок з електричним підйомником F6A до 630 кг з технічними характеристиками:

- висота підйому 1600, мм;
- габарити 1550 × 700 × 1980, мм;
- швидкість переміщення 5, км / год.

Ручні візки легкі в управлінні, безшумні, мають високу маневреність, не вимагають широких проїздів і великих радіусів заокруглень, мають підйомником, який дозволяє знизити трудомісткість вантажно-розвантажувальних робіт. А в якості кранового обладнання на ділянці

використовується стріловидну пересувний кран гідравлічний Т62102. Вантажопідйомність 2 т (тонни). Висота підйому 2250 мм.

Рисунок 4.2 наведена схема вантажопотоків на ділянці рис. 4.2.

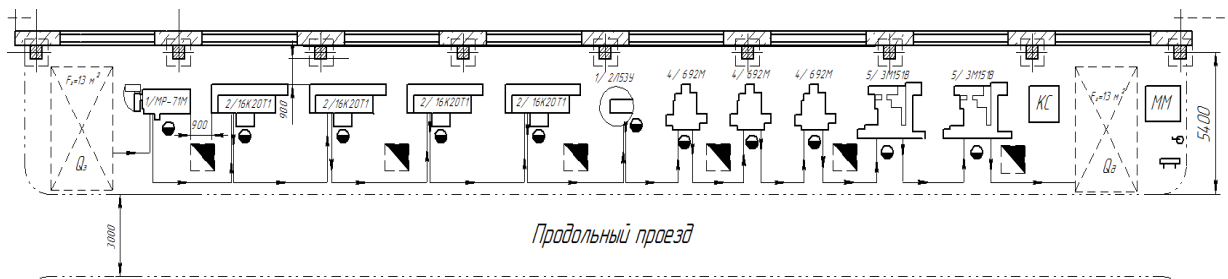


Рисунок 4.2 - Схема вантажопотоків на ділянці

### 4.3 Проектування верстатного відділення

Виходячи із заданої програми випуску, що дорівнює 11000 деталей в рік і середнесерійного типу виробництва, приймаємо подетальної спеціалізацію ділянки.

Подетальна спеціалізація - це процес зосередження випуску однотипних деталей, а саме деталей класу тіл обертання.

У середнесерійном виробництві обладнання розташовується по ходу обробки типовий деталі, яка обробляється на ділянці.

Основним принципом при розстановці обладнання на ділянці є забезпечення прямоточности руху деталей в процесі їх обробки відповідно до технологічного процесу, що дозволяє скоротити вантажопотоки, а також визначення відстаней між обладнанням і колонами і стінами.

Метод розстановки обладнання залежить від способу виробництва та від виду спеціалізації ділянки.

У середнесерійном виробництві обладнання розташовується по ходу типового технологічного процесу деталі, яка обробляється на ділянці.

При поздовжньому розташуванні обладнання щодо поздовжнього проїзду, коли верстат фронтальною стороною звернений до проїзду,

спрощується подача до верстата заготовок, інструменту, видалення стружки, підведення комунікацій. Приймаємо фронтальне розташування верстатів щодо поздовжнього проїзду в один ряд (див. рис. 4.3). Сформований у такий спосіб ділянку буде вписаний в типовий цех.

Исходя из метода расположения оборудования, по рекомендациям [17] ширину магистральных проездов, по которым осуществляются межцеховые перевозки, принимаем равной 5 метров. Ширину продольного проезда принимаем равной 3 метра. Ворота раздвижные 4х3 м.

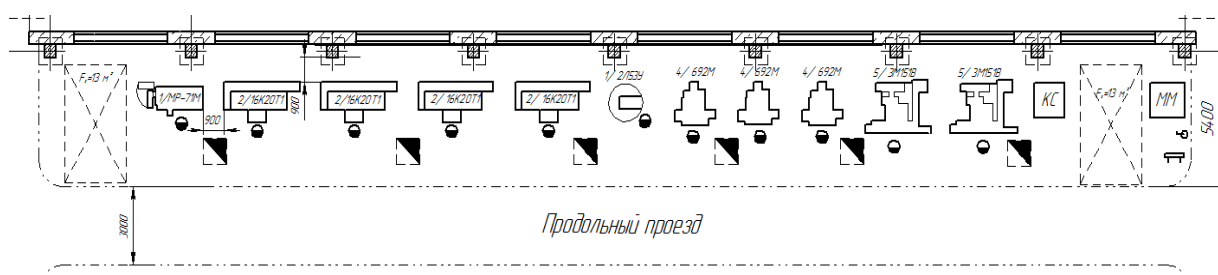


Рисунок 4.3 - Поздовжнє розташування обладнання

Для здійснення обслуговування та ремонту обладнання необхідно передбачити достатні відстані між верстатами, колонами і стінами (див. рисунок. 4.4).

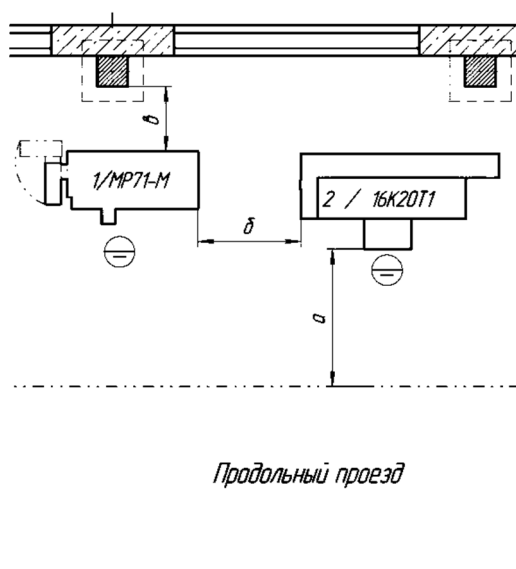


Рисунок 4.4. Відстані між верстатами і будівельними конструкціями

За [17] приймаємо відстані (див. табл. 4.1).

Однак при різних розмірах двох поруч розташованих верстатів відстані між ними приймається по більшому значенню. Відстань від проїзду до фронтального боку верстатів складе 2000 мм.

Таблиця 4.1 - Норми відстаней

Відстань, мм	Верстати				
	MP-71M	16K20T1	2Л53У	692М	3М151В
від проїзду до фронтального боку верстата (а)	1600	1600	1600	1600	2000
між верстатами при розташуванні їх боковими сторонами один до одного (б)	900	900	900	900	1300
від стін, колон до тильної сторони верстата (в)	800	800	800	800	900

Визначимо площа верстатного відділення точним методом, виконаному на основі планування ділянки. Габарити верстатного відділення [17]:

$$A \times B = 48 \cdot 5,4 = 260 \text{ м}^2$$

де А – довжина 42 м;

В – ширина 5,4 м.

Попередня площа верстатного відділення, певна відповідно до плану розташування обладнання становить  $F = 260 \text{ м}^2$ .

При монтажі обладнання необхідно враховувати паспортні дані і технічні характеристики використовуваних верстатів. Для середніх верстатів



загального призначення масою в межах 3-10 тонн для надійної експлуатації встановлюємо кожен верстат на індивідуальний фундамент. Глибина закладення фундаменту:

- для верстатів 16K20T1,2Л53У, 692М не менше 300 мм.

- для верстатів 3М151В, МР71-М не менше 400 мм

Для вибору системи збирання стружки знайдемо кількість стружки, вироблене на ділянці протягом години по укрупнених методу. Для цього розрахунку беремо середнє значення кількості стружки, виробленої одним верстатом за годину в кількості 6 кг / ч [17]. Всі верстати на ділянці середні за масою і габаритами. При обробці стали утворюється зливна. Отримуємо вихід стружки на ділянці, кг / год:

$$q = q_c \cdot i,$$

де  $q_c$  – вихід стружки на одному верстаті, кг/ч;  $q_c = 6$  ;

$i$  – кількість верстатів на ділянці,  $i = 14$ .

$$q_c = 6 \cdot i = 84 \text{ кг/ч,}$$

З огляду на отриману кількість утвореною стружки на ділянці, приймаємо механізовану систему збирання стружки - механізована із застосуванням ручної праці - застосовується, коли стружка утворюється на площі 1000...2000 м<sup>2</sup> у кількості 200...300 кг/ч. Стружку видаляють від верстатів в тару і доставляють у відділок її збору та переробки.

З огляду на невелику кількість утвореною стружки на ділянці, приймаємо механізовану систему збирання стружки. При даній системі стружка від робочого місця забирається вручну в тару, далі ручним візком або іншим транспортним засобом вивозиться з цеху. Приймаємо три контейнера розміром 1 х 1 м для збору стружки з розрахунку один контейнер

на два верстати.

Складське господарство складається з комплексу складів різного функціонального призначення. Для безперебійної роботи найдоцільніше розміщувати майданчики для зберігання мінімального запасу (2 - 3 дні) заготовок на початку верстатного відділення і майданчики для розміщення готових деталей в кінці відділення.

Розміри майданчиків для складування заготовок і готових деталей визначаємо укрупненим методом. Їх площа приймаємо в розмірі 5% від площі верстатного відділення.

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{с.з.д.}} = 0,05 \cdot 260 = 13 \text{ м}^2$$

Так як вантажопотоки на ділянці не будуть змінюватися, то міжопераційний склад не потрібно.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1. Калькуляція собівартості деталі

Для даної деталі заготівлею буде штампування вартістю 678,5 грн. Розрахунок собівартості заготівлі наведено в технологічній частині (см. п. 2.2).

Розрахунок фонду оплати праці цеху

Визначаємо основну заробітну плату основних робітників цеху за формулою:

$$Z_{осн} = C_{ч} \cdot T_{цех} \cdot 1,43, \text{ грн.}$$

де  $Z_{осн}$  – основна заробітна плата основних робітників цеху, грн.;  
 $T_{цех}$  – Річна трудомісткість робіт, виконуваних в цеху, нормо-  
 год.;

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

$C_{ч}$  – середня тарифна ставка, грн./год.

Штучний час на операціях наводимо в годинах.

$$T_{цех} = 48000000 \text{ хв} / 60 = 8000000 \text{ год.}$$

Визначаємо зарплату основних робітників ділянки по випуску деталі.

Розрахунок оформимо у вигляді таблиці 14. в таблицю входять [20]::

-разряд робіт

-Часовий тарифна ставка

основний фонд зарплати

-найменування операцій.

Таблиця 5.1 - Фонд заробітної плати основних робочих ділянки по обробці однієї деталі

номер операції	найменування операції	Т <sub>шт.</sub> , нормо- годин	Разряд робіт	Годинна тарифна ставка	Основний фонд зарплати, грн.		
					пряма	доплата, 43%	сума
005	Фрезерно- центровальня	0,018	III	1,24	0,022	0,010	0,032
010	Токарна з ЧПУ	0,068	IV	1,4	0,095	0,040	0,135
015	Токарна з ЧПУ	0,051	IV	1,4	0,071	0,030	0,101
020	Шпоночно- фрезерна	0,040	III	1,24	0,049	0,021	0,07
025	Круглошліфувальна	0,032	V	1,56	0,049	0,021	0,07
Підсумок							0,671

Для робочих III розряду:

$$Z_{осн} = 1,24 \cdot 800000 \cdot 1,43 = 1419000 \text{ грн}$$

Для робочих IV розряду:

$$Z_{осн} = 1,4 \cdot 800000 \cdot 1,43 = 1602000 \text{ грн.}$$

Для робочих V розряду:

$$Z_{осн} = 1,56 \cdot 800000 \cdot 1,43 = 1785000 \text{ грн}$$

Середнє розрахункове значення фонду заробітної плати основних робочих:

$$Z_{осн} = 1,4 \cdot 800000 \cdot 1,43 = 1602000 \text{ грн}$$

де 
$$C_{ч} = \frac{1,24 + 1,4 + 1,56}{3} = 1,4 \text{ грн/год.}$$

З огляду на чисельність ІТП, ЛКП і МОП визначимо фонд заробітної плати для цієї категорії працівників, виходячи з посадових окладів:

ИТР: 7670 грн.;

СКП: 5900 грн.;

МОП: 3400 грн.

Визначаємо річний фонд заробітної плати ІТП, ЛКП і МОП:

$$Z_{ИТР} = 7670 \cdot 12 \cdot 55 = 5062000 \text{ грн}$$

$$Z_{СКП} = 5900 \cdot 12 \cdot 25 = 1770000 \text{ грн.}$$

$$Z_{МОП} = 3400 \cdot 12 \cdot 15 = 612000 \text{ грн.}$$

Розрахунок кошторису витрат на утримання і експлуатацію обладнання цеху

Вартість верстатів, що використовуються на ділянці [18]:

МР-71М–75000 грн/шт;

16К20Т1 – 390000 грн/шт;

692М–50000 грн/шт.

ЗМ151В–175000 грн/шт.

Визначаємо середню вартість одного верстата як:

$$C_{cm.cp} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ct_i}}{n} = \frac{75000 + 4 \cdot 390000 + 87500 + 3 \cdot 50000 + 2 \cdot 175000}{11} = 202000 \text{ грн.},$$

де  $\sum_{i=1}^n C_{ct_i}$  – вартість усіх верстатів ділянки, грн.;

$n = 11$  – кількість верстатів на ділянці.

Середня потужність одного верстата на ділянці визначити як:

$$N_{cm.cp} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ct_i}}{n} = \frac{10 + 4 \cdot 10 + 2,2 + 3 \cdot 2,3 + 2 \cdot 10}{11} = 7,19 \text{ кВт.},$$

де  $\sum_{i=1}^n N_{ct_i}$  – потужність всіх верстатів ділянки, кВт.

Визначаємо вартість інструментів, приладів, регулюючих пристроїв в цеху укрупнено в розмірі 10% від вартості верстатів, встановлених в цеху.

$$C_{инст}^{цех} = 0,1 \cdot C_{cm.cp} \cdot C_{p.ц.} = 0,1 \cdot 202000 \cdot 231 = 4666000 \text{ грн.}$$

Вартість транспортних засобів цеху складе 2% від вартості верстатів.

$$C_{тр}^{цех} = 0,02 \cdot C_{cm.cp} \cdot C_{p.ц.} = 0,02 \cdot 202000 \cdot 231 = 933200 \text{ грн.}$$

Вартість верстатів в цеху визначаємо як:

$$C_{ст}^{цех} = C_{cm.cp} \cdot C_{p.ц.} = 202000 \cdot 231 = 4666200 \text{ грн.}$$

Знаючи вартість основних фондів цеху, визначити величину амортизаційних відрахувань з розрахунку 12%:

$$A = (C_{инст}^{цех} + C_{мр}^{цех} + C_{ст}^{цех}) \cdot 0,12 = (4666000 + 933200 + 46662000) \cdot 0,12 = 5767344$$

грн.

Визначення витрат на утримання і експлуатацію устаткування і робочих місць

Витрати на силову електроенергію, грн.:

$$Z_{эл} = C_{эл} \cdot \sum M \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_з$$

Де  $C_{эл} = 1,4$  грн. – ціна 1 кВт·ч електроенергії;

$\sum M$  – сумарна потужність електродвигунів верстатів цеху,

кВт.

Так як  $\sum M = N_{ст}^{сп} \cdot C_{р.ц}$ , можна визначити витрати на силову електроенергію визначити як:

$$Z_{эл} = C_{эл} \cdot N_{ст}^{сп} \cdot C_{р.ц} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_з = 1,4 \cdot 7,19 \cdot 231 \cdot 4015 \cdot 0,85 = 80046859 \text{ грн.}$$

Скласти кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання цеху і відобразити в табл. 5.4 в яку входять:

Амортизаційні відрахування

Зміст устаткування і робочих місць

Зарплата допоміжних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування

Таблиця 5.2 - Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Найменування статей	Сумма, грн.
Амортизаційні відрахування	5.767.344
Зміст устаткування і робочих місць	
- електроенергія (80-82 % від $Z_{\text{осн}}$ )	1.281.600
Зарплата допоміжних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування ( $Z_{\text{осн}} \cdot 1,14$ )	1.826.280
Допоміжні матеріали (150 грн. На 1 верстат)	34.650
Поточний ремонт обладнання (200 р. На 1 верстат)	46.200
Знос малоцінних і швидкозношуваних інструментів і пристосувань (40 грн. На 1 працівника цеху (497 чол.))	19.880
Інші витрати (6 грн. На 1 працівника в цеху)	2.982
Разом по кошторису (I)	8.978.936
Основна зарплата основних робочих ( $Z_{\text{осн}}$ )	1.602.000
Відносини витрат на утримання і експлуатацію устаткування до фонду оплати праці	5,61

Складаємо кошторис цехових витрат і оформляємо в табл. 5.4.

Об'єм будівлі цеху при його висоті 6 м.

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

де  $H = 6$  – висота цеху, м;

Виходячи з кількості робочих місць і середньої площі, що займає один верстат, визначаємо площа цеху  $P_{\text{ц}}$ . Загальна площа становить  $P_{\text{ц}} = 5184 \text{ м}^2$  [17].

Вартість будівлі цеху ( $C_{\text{зд}}$ ) визначаємо з розрахунку, що  $1 \text{ м}^3$  коштує 40 грн.

Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди визначаємо за



формулою:

$$M = 0,03 \cdot C_{зд} \cdot B = 0,03 \cdot 40 \cdot 31104 = 37324,8 \text{ грн.}$$

Розрахунок калькуляції собівартості деталі.

Таблиця 5.3 - Кошторис цехових витрат

Найменування статей	Сумма, грн.
Зарплата ІТП, СКП і МОП	7.444.000
Витрати на випробування, експерименти, раціоналізацію і винаходи (1% від $Z_{осн}$ )	16.200
Витрати на відновлення швидкозношуваних інвентарю та пристосувань (6 грн. на 1 робітника в цеху)	2.982
Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди	37.324,8
Інші витрати цеху (7% от $Z_{осн}$ )	112.140
Разом по кошторису (Ц)	7.612.646,8
Основна зарплата основних робочих ( $Z_{осн}$ )	1.602.000
Відносини витрат на утримання і експлуатацію устаткування до фонду оплати праці ( $\Pi_{ц} = \frac{Ц}{Z_{осн}}$ )	4,75

За розрахунковими даними з розділу 2 складемо калькуляцію собівартості деталі (табл.5.4) в яку входять [20]:

- основні матеріали за вирахуванням відходів;
- основна зарплата основних робочих;
- додаткова зарплата основних робочих;
- Відрахування на соціальне страхування, до Пенсійного фонду, в центр зайнятості;

- витрати на утримання та експлуатацію устаткування;
- цехові витрати;
- общезаводські витрати та інші показники

Таблиця 5.4 - Калькуляція собівартості деталі

Наименование статей	Витрати на 1 деталь, грн.
Основні матеріали за вирахуванням відходів	114,54
Основна зарплата основних робочих	0,671
Додаткова зарплата основних робочих	0,201
Відрахування на соціальне страхування, до Пенсійного фонду, в центр зайнятості	0,872
Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	3,76
цехові витрати	3,18
Разом цехова собівартість деталі:	678,5
загальнозаводські витрати	2,01
Разом заводська собівартість деталі:	920

## 5.2 Розрахунок економічної ефективності ділянки

Річний економічний ефект:

$$E = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) H_{\text{вып}} - E_n K_{\text{дон}}$$

Де  $E$  – річний економічний ефект, грн.;

$C_{\text{б}}$  – собівартість деталі за базовим варіантом, грн.;

$C_{\text{пр}}$  – собівартість деталі по проекту, грн.;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

$K_{доп}$  – додаткові капітальні вкладення за проектом щодо базових, грн.

Проект ділянки серійного виробництва не передбачає капітальні вкладення, отже твір  $E_n K_{доп}$  з формули можна виключити.

Собівартість деталі за базовим варіантом складає 1200 грн., А по дипломному проекту 920 грн.

Отримуємо річний економічний ефект:

$$E = (1200 - 920) \cdot 11000 = 3080000 \text{ грн.}$$

Оформляємо техніко-економічні показники роботи ділянки у вигляді табл. 5.5.

Таблиця 5.5 - Техніко-економічні показники роботи ділянки

Показники	Проектні показники	Базові показники
Річний випуск:		
- в натуральному вигляді, шт.	11000	11000
- у гривні, грн.	920	1200
Трудомісткість однієї деталі, н/ч.	0,4	0,85
Цехова собівартість деталі, грн.	123,22	166,5
Кількість верстатів на ділянці, шт.	11	15
Заводська собівартість деталі, грн.	125,23	185,22
Кількість основних робочих на ділянці, чел.	22	30
Виробіток на одного робітника:		
- в нормо-часах, н/ч.	1820	2405
- у гривні, грн.	3936	4853
Економічний ефект, грн./рік	3080000	

В результаті проведених обчислень були отримані дані необхідні для розрахунку собівартості виготовлення деталі по кожній калькуляційної статті, а також були виявлені основні джерела формування витрат. Річний економічний ефект роботи ділянки по випуски деталі "Вал привідний" склав 3080000 гривень.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охороною праці називають систему законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності в процесі праці.

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірності поразки або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до травми або іншого, раптового, різкого погіршення здоров'я.

Прикладами виробничих небезпек можуть служити відкриті струмопровідні частини обладнання, розпечені тіла, рухомі частини машин і ін. Виробничі шкідливості виникають через незадовільні санітарно-гігієнічних умов на виробництві: наявність несприятливого мікроклімату, шкідливих домішок в повітрі, променистого тепла, поганого освітлення, вібрацій, шуму, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, електромагнітних полів.

Подія при якому вплив на працівника небезпечного виробничого фактора призводить до травми, теплового удару, обмороження або опіку, називається незліченною випадком. Вплив на людину шкідливого виробничого фактора може призвести до професійного захворювання або отруєння.

Шкідливим виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності.

Охорона праці включає в себе виробничу санітарію, техніку безпеки, пожежну і вибухову безпеку, законодавство з охорони праці.

Виробнича санітарія - це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів. До виробничої санітарії відносяться: гігієна праці (область профілактичної медицини, що вивчає умови збереження здоров'я на виробництві, і заходи, що сприяють цьому) і санітарна техніка (заходи і пристрої технічного характеру, які стосуються виробничої санітарії - системи і пристрої вентиляції, опалення, кондиціонування повітря, тепlopостачання, газопостачання, водопостачання, каналізації, очищення і нейтралізації викидів шкідливих речовин в атмосферу і водойми, освітлення, захисту людини від вібрацій і шуму, дії шкідливих випромінювань і полів, санітарні та побутові споруди та пристрої, будівельна теплотехніка, будівельна кліматологія і т.д.).

Поліпшення умов праці, підвищення його безпеки і нешкідливості має велике економічне значення. Воно впливає на економічні результати виробництва - на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, що випускається.

### 6.1 Аналіз умов праці

Ділянка механоскладальних обробки оправки розташований в механічному цеху, по технологічному процесу обробки приймається технологічне обладнання, яке може створювати такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори: наявність великої кількості рухомих частин технологічного обладнання, при яких можливі механічні пересування частин тіла працюють. На ділянці використовується обладнання великої маси, що працюють від мережі 220 - 380 В, що створює можливість ураження людей електричним струмом.

Велика кількість рухомих частин технологічного обладнання створює сильні шуми, які шкідливо впливають на організм людини, знижують продуктивність праці, сприяють збільшенню числа помилок при роботі, виникнення травм.

Неврівноважені обертові маси, удари деталей, коробки передач викликають вібрацію, яка несприятливо впливає на організм людини: Погіршується самопочуття працюючих і знижує продуктивність праці, так само може привести до важкого професійного захворювання - виброболезни.

Абразивний пил, що утворюється в результаті зносу абразивного інструменту, осідаючи в легенях працюють, чинить негативний вплив на весь організм. Надмірне число тепла, що виділяється веде до перегріву всього організму, в результаті чого погіршується самопочуття і знижується продуктивність праці.

Одними з джерел небезпеки в даному цеху є:

Токарно-гвинторізний верстат моделі Victor 200 при його роботі можливі такі небезпеки як: поріз сходять стружкою або відколами падіння деталей, загоряння мастильних матеріалів, ураження електричним струмом при пробої на корпус фази, підвищений рівень шуму напівавтомата.

Фрезерно-центрувальний верстат при роботі на цьому верстаті можливе отримання травм: поріз сходять стружкою або відколами падіння деталей, загоряння мастильних рідин, ураження електричним струмом, підвищений рівень шуму, удари, що рухаються супорта, затягування одягу, намотування на шпindel верстата.

На ділянці також застосовується транспортні засоби несуть також небезпека ураження робочого: наїзд електрокари, ураження електричним струмом.

Виявлення небезпеки виявляє необхідність проведення технічних, технологічних, організаційних, протипожежних заходів для створення і забезпечення безпечних умов праці, а також вимагає передбачити при проектуванні ділянки механічної обробки заходи з охорони праці, що

усувають або значно зменшують їх небезпечно і шкідливий вплив на працюючих.

## 6.2 Виробнича санітарія і гігієна праці. Освітлення виробничого приміщення

У механо-складальному цеху застосовуються освітлений вид виробничого освітлення - комбіноване. Комбіноване освітлення складається з верхнього та побутового освітлення. На ділянці виконуються роботи високої точності, найменший розмір об'єкта розрізнення складає 0,3-0,5 мм, розряд зорових робіт 3в.

Згідно СН і П2 -4-79 найменша освітленість комбінованого освітлення становить 750 лк. З них загальна освітленість складає 200 лк.

## 6.3 Оздоровлення повітряного середовища

Однією з умов безпечної і високопродуктивної праці на машинобудівних підприємствах є дотримання нормативних, з точки зору фізіології людини, умов на робочій зоні виробничих приміщень. Іноді відносяться оптимальні метеоумови в приміщенні, оптимальне освітлення робочих місць, заходи по боротьбі з запиленістю, загазованістю виробничих приміщень, захист від шуму, вібрацій, ультразвуку, електромагнітних полів, статичної електрики.

Оптимальні мікрокліматичні параметри - це таке поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечує збереження нормального функціонального і теплового стану організму, не викликає значного напруження терморегуляційного апарату працює.

Цех механічної обробки деталей відноситься до виробничих приміщень з незначним виділенням надлишком тепла. Роботи вироблені на ділянці



відносяться до робіт середньої тяжкості, категорії 2а з енерговитратами 151-200 ккал/г. Для роботи проєктованій ділянці встановлюємо оптимальні та допустимі норми метеорологічних умов по ГОСТ 12.1 005-88 СС. БТ ГДК утвореної пилу згідно ГОСТ 12.1 005-88 ССБТ електрокорунд становить 6 мг/м<sup>3</sup>, луг 0,5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки 2.

Таблиця 6.1 - Оптимальні і допустимі норми метеорологічних умов

Период года	На постоянных рабочих местах						Допуск. тем-ра воздуха вне рабочих мест
	оптимальные			допускаемые			
	тем-ра воздуха t <sup>0</sup> С	относ влаж ность %	движения воздуха МІС	t <sup>0</sup> <sub>в</sub>	О.В.В. %	Vд.в. м\с	
Холодн	18-20	60-40	0,2	17-23	75	0,3	15-24
Теплая	21-24	60-40	0,2	18-27	65	0,2-0,4	17-29

Необхідну стан повітря робочої зони може бути забезпечене виконанням певних заходів, до основних з яких відносяться [14, с. 281]:

1. Механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними.
2. Застосування технологічних процесів і обладнання, що виключають утворення шкідливих речовин або попадання їх в робочу зону.
3. Захист від джерел теплових випромінювань (теплоізоляція).
4. Влаштування вентиляції та опалення.
5. Застосування засобів індивідуального захисту.
6. У холодну пору року при вході в цех застосовується повітряна теплова завіса. [4, с. 421]

#### 6.4 Захист від шуму і вібрації

Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку на постійних робочих місцях визначаємо згідно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

Вібрація, що діє на людину відповідно до ГОСТ 12.1 012-78 нормується для кожного октавної смузі. Істотне послаблення шуму досягається якісним монтажем окремих вузлів машин, їх динамічним балансуванням і сучасним проведенням планово-попереджувальних ремонтів.

Порушення правил технічної експлуатації, може призвести до того, що малошумне обладнання стане джерелом інтенсивного шуму.

Технологічне обладнання, що створює на робочих місцях вібрацію, що перевищує допустиму, ізолюється шляхом влаштування спеціальних фундаментів. Зубчасті передачі редукторів знаходяться в звукоізолюючих корпусах і працюють в маслянистій ванні. На технологічному обладнанні встановлюються звукоулавліваючі огорожі.

## 6.5 Техніка безпеки

На що встановлюється ділянці технологічного обладнання, заводом виробником вже передбачені захисні, запобіжні пристрої, що забезпечують безпечну роботу на цьому обладнанні.

При розстановці обладнання користуються нормальними розмірами проміжків між верстатами в поздовжньому і поперечному напрямку і розмірами відстаней від стін до колон. Ці розміри гарантують зручність виконання робіт на обладнанні, безпеку робочих, достатню свободу руху людей і транспортних засобів з вантажем, можливість виконання ремонту. Відстань між металорізальними верстатами 0,7-1,3м. При використанні електрокар вантажопідйомністю до 1т - ширина проїзду 2,5 м.

Відстань між верстатами уздовж лінії їх розташування 0,9м. Відстань між задньою стороною верстата і колоною 0,8м

Відстань між іншими верстатами розміщеними в потилицю при поперечному розташуванні до проїзду 1,5.

Прокладка силової мережі здійснювалася при монтажі технологічного обладнання. Силова мережа прокладена в бетонній підлозі цеху і має висновки на розподільні трансформатори.

## 6.6 Електробезпека

Електрика широко застосовується у всіх галузях промисловості, тому питань електробезпеки потрібно приділяти велику увагу.

Електробезпека - система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Проектована виробниче приміщення належить до особливо важливих небезпечних приміщень, так як воно характеризується наявністю струмопровідних підлог і можливість одночасного дотику людини і яких з'єднання з землею металокаркас будівлі, технологічним апаратом з одного боку, і їх металевих корпусів електрообладнання - з іншого боку.

Проходячи через організм людини, електричний струм надає термічне, електростатичне, електролітичне і біологічне дію.

Термічна дія виражається в опіках окремих ділянок тіла, нагрівання кровеносних судин, нервів та інших тканин. Електролітична дія виражається в розмноженні крові та інших органічних рідин, що викликає значні порушення їх фізіологічних складів. Біологічна дія є особливим специфічним процесом, властивим лише живої матерії. Воно виявляється в роздратуванні і порушенні живих тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів, а також в порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, що протікають в нормально чинному організмі і найтіснішим чином пов'язаних з його незмінними функціями. В результаті можуть виникнути різні порушення і навіть повне припинення діяльності органів дихання і кровообігу.

Це різноманіття дій електричного струму нерідко призводить до різних електротравм, які умовно можна звести до двох видів: місцевим електротравма і загальним електротравма.

На проєктованій ділянці необхідно застосувати наступні заходи захисту від ураження електричним струмом:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- захисного заземлення;
- застосування спеціальних електрозахисних засобів;
- організація безпечної експлуатації електроустановок

#### 6.7. Захисне заземлення

Захисне заземлення - навмисне з'єднання з землею металевих частин обладнання, які не перебувають під напругою в звичайних умовах, але які можуть опинитися під напругою в результаті порушення ізоляції електроустановки.

Призначення захисного заземлення - усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при «замиканні на корпус».

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювача - металевих провідників, що знаходяться в безпосередньому зіткненні з землею, і заземлюючих провідників, що з'єднують заземлюються частини електроустановки з заземлювачем.

Як заземлювального пристрою були обрані стрижневі заземлювачі розміщені в ряд.

Конструктивними елементами заземлювального пристрою є сталеві прутки діаметром 12 мм і довжиною 5 м.

Визначаємо опір розтікання струму вертикального одиночного заземлювача за формулою [14, с. 204]:

$$R_b = \frac{S_y}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{\alpha} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

де  $S_y$  - питомий опір ґрунту, Ом м. Приймаємо  $S_y = 100$  Ом·м, згідно [13, табл. 3], що вид ґрунту суглинок;

$l$  - довжина електрода, м. Приймаємо  $l = 3$  м, згідно з [13, табл. 3];

$d$  - діаметр електропроводу, м. Приймаємо  $d = 30$  мм;

$t$  - заглиблення електрода, м.

Визначимо питомий опір ґрунту за формулою

$$S_y = S_* \cdot \psi, \text{ Ом}$$

Де  $\psi$  - коефіцієнт сезонності. приймаємо  $\psi = 1,3$  згідно [13, табл. 5].

Тоді

$$S_y = S_* \cdot \psi = 100 \cdot 1,3 = 130 \text{ Ом}$$

Визначимо заглиблення електрода за формулою:

$$t = \frac{l}{2} + h, \text{ м}$$

Де  $h$  – відстань від вершини електрода до поверхні землі, м. приймаємо

$$h = 0,8 \text{ м}$$

Тоді

$$t = \frac{l}{2} + h = \frac{3}{2} + 0,8 = 2,3 \text{ м}$$

Отже

$$R_b = \frac{S_y}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{\alpha} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,03} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 32,9 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначаємо кількість вертикальних заземлювачів в заземлювальному пристрої ( $n_b$ ) за формулою:

$$n_b = \frac{R_b}{R_{\text{заз}} \cdot \eta_b}, \text{ шт}$$

Де  $R_{\text{заз}}$  – найбільше допустимий опір заземлюючого пристрою Ом.

Приймаємо  $R_{\text{заз}} = 10$  Ом, согласно [13, табл. 6] ;

$\eta_b$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

Приймаємо  $\eta_b = 0,67$ , згідно [13, табл. 6].

Тоді

$$n_b = \frac{R_b}{R_{\text{заз}} \cdot \eta_b} = \frac{32,9}{10 \cdot 0,67} = 5,8 \text{ шт}$$

Приймаємо число заземлювачів  $n_b = 6$  шт., згідно [13, табл. 6].

Уточнюємо коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_{\text{вд}} = 0,67$ , згідно [13, табл. 6] і знаходимо дійсне значення  $n_{\text{вд}}$  за формулою:

$$n_{\text{вд}} = \frac{R_b}{R_{\text{заз}} \cdot \eta_{\text{вд}}} = \frac{32,9}{10 \cdot 0,67} = 6 \text{ шт}$$

Визначимо опір розтікання струму горизонтальних заземлюючих з'єднувальних провідників ( $R_z$ ) за формулою:

$$R_z = \frac{S}{2\pi l_1} \ln \frac{l_1^2}{d_1 \cdot t_1}, \text{ Ом}$$

де  $S$  – питомий об'ємний опір ґрунту;

$l_1$  – довжина заземлювального провідника, м;

$d_1$  – діаметр заземлювального провідника, м. Приймаємо  $d_1 = 20$  мм, згідно [13, табл. 9];

$t_1$  – довжина закладеного заземлювального провідника, м.

Приймаємо  $t_1 = 0,5$  м.

Визначаємо довжину заземлювального провідника за формулою:

$$l_1 = 1,05 \cdot n_g \cdot 2l, \text{ м}$$

де  $l$  – відстань між заземлювачами, м. Приймаємо  $l = 6$  м, згідно [13, с. 10].

$$l_1 = 1,05 \cdot n_g \cdot 2l, \text{ м} = 1,05 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 6 = 75,6 \text{ м}$$

Тоді

$$R_z = \frac{S}{2\pi l_1} \ln \frac{l_1^2}{d_1 \cdot t_1} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 75,6} \ln \frac{75,6^2}{0,04 \cdot 0,5} = 1,2 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір групового заземлювача ( $R_{гп}$ ) за формулою:

$$R_{гп} = \frac{R_g R_z}{R_g \cdot \eta_g + R_z \cdot n_g \cdot \eta_g}, \text{ Ом}$$

Де  $\eta_z$  - коефіцієнт використання горизонтального колосового електрода.

Приймаємо  $\eta_z = 0,58$ , згідно [13, табл. 8].

Тоді

$$R_{zp} = \frac{R_g R_z}{R_g \cdot \eta_z + R_z \cdot n_g \cdot \eta_g} = \frac{32,9 \cdot 1,9}{32,9 \cdot 0,58 + 1,2 \cdot 6 \cdot 0,67} = 1,58 \text{ Ом}$$

Порівнюємо опір групового заземлювача ( $R_{гр}$ ) з найбільшим допустимим опором захищених заземлюючих пристроїв ( $R_{ззз}$ )

$$R_{zp} \leq R_{ззз}$$

$$1,58 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

$R_0$  не повинно перевищувати допустимої величини опору захисного заземлення ( $R_{ззз}$ ). Дана умова виконується  $3,795 < 4 \text{ Ом}$ .

## 6.8. Пожежна безпека

Підприємства машинобудівної промисловості нерідко відрізняються підвищеною пожежною небезпекою, так як їх характеризує складність виробничих установок, значна кількість легкозаймистих та горючих рідин, скраплених горючих газів, твердих горючих матеріалів, велика кількість ємностей і апаратів, в яких знаходяться пожежонебезпечні продукти під тиском; наявність розгалуженої мережі трубопроводів з запірно-пусковий і регулюючою арматурою; велика оснащеність електроустановками.



Виробництво проектованої ділянки по вибуховий, вибухопожежної та пожежної небезпеки відноситься до категорії «В», але із застосуванням горючих матеріалів (масло, обтиральні матеріали).

Всі будівлі і споруди в машинобудівній промисловості складаються з різних конструкційних матеріалів, що відносяться до різних груп займистості. У зв'язку з цим відповідно до СН вони мають різну ступінь вогнестійкості: I, II, III, IV і V. Із зростанням групи збільшується ступінь займистості конструкцій і зменшується ступінь вогнестійкості. Виробничі будівлі зазвичай мають II ступінь вогнестійкості. [4, с. 216]

Дослідження причин виникнення пожеж в машинобудуванні показало, що найчастіше пожежа відбувається через порушення технологічного режиму, несправності або перевантаження устаткування, електромереж, необережне поводження з вогнем. Для усунення зазначених причин виникнення пожеж необхідно:

- строго дотримуватися параметри технологічного процесу;
- не допускати перевантаження устаткування;
- стежити, виявляти несправності;
- своєчасно проводити ремонт, чистку, мастило і наладку обладнання та механізмів;
- ретельно прибирати робочі місця.

У виробничому приміщенні встановлюються наступні засоби пожежогасіння: внутрішній пожежний водопровід низького тиску з пожежними кранами, засоби первинного пожежогасіння.

На проектованій ділянці повинен знаходитися один (ОП-20) і один вуглекислий (ОУ-5) вогнегасники з розрахунку на 600-800 м<sup>2</sup> площі. Також встановлюються пожежні щити з необхідним інвентарем. [6, с. 151]

При проектуванні будівлі необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинна покинути будівлю протягом мінімального часу, який визначається найкоротшим відстанню від місця їх знаходження до виходу назовні.

На шляхах евакуації неприпустимо влаштування пандусів з крутизною підйому більш 1/5 порогів, гвинтових сходів, розрізних майданчиків та інших перешкод можуть викликати падіння людей.

У табл. 27 наведені регламентовані СНиП максимальні відстані від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридор або прохід, що веде до сходової клітки або безпосередньо в сходову клітку, що має самостійний вихід назовні або через вестибюль;
- з приміщень в сусідні приміщення в тому ж поверсі, забезпечені виходами назовні і не містять виробництв категорії А, Б і Е.

## 6.9 Організаційні заходи

Адміністрацією проводиться вступний інструктаж при надходженні на роботу, майстром проводиться інструктаж на робочому місці. При переведенні робітника на іншу роботу проводиться інструктаж на новому робочому місці. Усі робітники і службовці через певні проміжки часу проходять повторні інструктажі.

Всі новоприбулі проходять медкомісію. Потім здійснюються повторні медогляди. До роботи на токарних, фрезерних, свердлильних верстатах допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання і отримали посвідчення, що пройшли перевірку знань і медичний огляд.

## 7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА. НОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Самим часто вживаним методом є механічний, але його головним недоліком стає велика кількість відходів при обробці. Так, наприклад, штампування - найбільш економічний метод. Але в сучасному і не зовсім розвиненому світі з'являються нові методи, більш економічні, безпечні та ефективні. Такими є методи, пов'язані з фізичними властивостями металів і хімічними реакціями.

### Технології електроерозійного методу обробки

Дана нова технологія обробки металу заснована на дії зменшеного електричного розряду. Завдяки даній обробці створюються складні деталі і заготовки, які використовуються в апаратах і машинах. Для роботи необхідно забезпечити безпеку співробітників, так як температура в місцях плавлення металу може досягати до 10000 градусів за Цельсієм. Така температура просто випаровує метал і дозволяє за допомогою технології виконувати найскладніші і химерні деталі.

Зараз ця технологія використовується майже у всіх виробництвах, але особливо поширена в машинобудуванні і авіабудуванні. Дрібні деталі, які використовуються в двигунах і турбінах, виробляються саме за допомогою цього обладнання.

### Технології з використанням Ультразвуку

За допомогою обладнання є можливість створення ультразвукових хвиль і інфразвукових коливань. І ті й інші коливання повністю нешкідливі для сприйняття людиною, але в промисловості вони знаходять широке застосування і підходять для роботи з різними металами - і з крихкими і з

твердими. Серцем верстата є спеціальний перетворювач, який перетворює електричний струм в високочастотні коливання. Відбувається це за рахунок руху струму по обмотці і створення змінного магнітного поля, яке коливає перетворювач. З коливається перетворювача і виходить ультразвук. Також використовуються спеціальні перетворювачі, які здатні змінювати амплітуди великого коливання в амплітуди малі і навпаки. До торця хвилеводу кріпиться пристосування необхідної форми, зазвичай форма пристосування збігається з формою необхідного отвори.

Подібні верстати найчастіше використовують для виготовлення матриць і їх повторної обробки, а також для виконаних з фериту осередків пам'яті для різних мікросхем і напівпровідникових приладів. Це далеко не весь спектр робіт, вироблених за допомогою ультразвуку. Ще можливі роботи зі зварювання, мийці, очищення та контролю вимірювань. Причому вся робота, вироблена обладнанням на ультразвуку, ефективна і якісна.

### Нові технології електрохімічної обробки

У виробництві зазвичай використовують електроліз. Це реакція, при якій іони, отримані від розчиненого речовини, рухаються до катода і анода в залежності від того, позитивно чи негативно вони заряджені. Продукти сталася в результаті цього реакції або осідають на електродах, або перетворюються в розчин.

За допомогою електролізу виготовляють рельєфні зліпки різних моделей з металу, а також декоративні покриття для виробів, отримують метали з води і руд. Ця ж нова технологія обробки металу використовується на виробництвах хлору.

Завдяки технології з використанням електролізу можна без особливих тимчасових витрат організувати виробництво запчастин будь-якої форми і складності. Проробляти пази в деталях і розрізати вже наявні заготовки. Існують різні верстати, які застосовують даний метод обробки. Головною

перевагою використання цього обладнання є можливість обробки будь-якого металу, а також неізнашіваемость катода в процесі роботи з металом.

## 8 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

### 8.1 Прогнозування можливих надзвичайних ситуацій на території підприємства, їх характеристика

Проектований цех з виробництва насосів поршневих розташований в місцевості, в якій можуть виникнути такі стихійні лиха:

- в холодний період року можливі рясні снігопади, в результаті яких може статися припинення вантажопасажирського повідомлення підприємства з прилеглими населеними пунктами, обвалення покрівель промислових будівель під вагою снігу, порушення технологічних процесів внаслідок припинення переміщення предметів праці між підрозділами підприємства;

- нормальне транспортне сполучення з підприємством може бути порушено внаслідок ожеледі;

- через налипання мокрого снігу може відбутися обрив проводів ЛЕП;

- в теплу пору року можливий спалах сухої трави, як на території підприємства, так і на прилеглий території, що призведе до виникнення природного пожежі, при якому погіршаться умови праці на підприємстві через задимленості повітря, підвищення його температури. Так само вітер може переносити іскри на значну відстань, що може призвести до пожежі на складах паливно - мастильних матеріалів.

- в літній період ураганні вітри і град можуть стати причиною пошкодження покрівель будівель, руйнування світлоаераційних ліхтарів, можуть заподіяти шкоду здоров'ю людей, які перебувають поза будівлями;

- значне підвищення температури в літній період може призвести до погіршення умов праці робітників і до зупинки обладнання.

На території підприємства розташований склад, в якому зберігаються паливно-мастильні матеріали, на якому може статися пожежа. Газова

котельня, на яких може статися пожежа і вибух, який може привести до руйнування інших будівель.

У виробничому процесі застосовуються гідро - і пневмовипробувань, протягом яких великі судини знаходяться певний час під великим тиском і в разі руйнування яких можливі жертви і руйнування будівель.

У технологічному процесі використовуються такі види ХТО, як оксидування, азотування. Дані процеси проходять в розчинах і розплавах небезпечних речовин, викиди яких можуть призвести до пожеж і отруєнь людей.

## 8.2 Методи забезпечення захисту співробітників підприємства в надзвичайних ситуаціях

Найбільш ефективними методами захисту співробітників підприємства є попередження аварій і катастроф. Що досягається як організаційними, так і інженерно-технічними заходами, які полягають у виявленні та усуненні причин можливих аварій, і попередженні наслідків катастроф.

Інженерно-технічні заходи включають аналіз інженерних об'єктів і технологічних процесів і внесення в проекти планувальних і технологічних рішень, які повинні виключити або знизити ймовірність виникнення аварійної ситуації, або мінімізувати її наслідки. Наприклад, заміну небезпечних процесів у виробництві безпечними (заміна пневматичних випробувань гідравлічними, заміна нагріву заготовок в газових печах нагріванням в індукційних печах). При проектуванні систем водопостачання підприємства необхідно передбачити можливість їх використання для пожежогасіння, знезараження техніки і людей при хімічної аварії.

До організаційних заходів належать: проведення регулярних навчань з цивільної оборони, навчання співробітників використанню засобів індивідуального захисту, організацію взаємодії сил ГО підприємства з силами ГО району, області, населених пунктів.

При великих аваріях (вибухи, пожежі) і стихійних лихах (снігопади, град, ожеледь) роботи по ліквідації їх наслідків повинні проводитися в найкоротші терміни. При обваленні будівель і споруд необхідно якомога швидше врятувати людей, що знаходяться в завалах і заблокованих в підвальних приміщеннях, надати постраждалим екстрену допомогу.

У разі витоків небезпечних речовин з гальванічних цехів і цехів хіміко-термічної обробки необхідно провести укриття персоналу підприємства в захисних спорудах (сховищах).

Притулок має забезпечувати захист від усіх можливих вражаючих факторів: температури, вибухової хвилі, отруйних речовин. Люди повинні мати можливість знаходитися в притулок тривалий час.

Дієвим способом захисту людей під час надзвичайних ситуацій є їх евакуація і розосередження, які проводяться за планами, складеними штабом цивільної оборони населеного пункту.

### 8.3 Управління підприємством у надзвичайній ситуації

У разі виникнення надзвичайної ситуації важливим заходом є оповіщення органів цивільної оборони, співробітників підприємства і місцевого населення. Своєчасне оповіщення дозволяє завчасно почати здійснення заходів щодо попередження надзвичайної ситуації або ліквідації наслідків аварії, тим самим зменшити число жертв і зберегти матеріальні цінності.

При появі інформації про загрозу або виникнення НС черговий оповіщає начальника штабу ЦО на підприємстві (директора підприємства) і членів комісії з НС. Члени комісії прибувають до голови комісії, отримавши сигнал «збір-аварія».

Голова комісії заслуховує доповідь начальника штабу ЦО підприємства про ситуації, що склалася, заходи, вжиті начальниками підрозділів на місцях,



пропозиції подальших дій, допомоги постраждалим, ліквідації наслідків надзвичайної ситуацій.

Робоча група під керівництвом начальника штабу ЦО підприємства здійснює такі заходи:

- уточнює обстановку на підприємстві і в місці події;
- організовує евакуацію або укриття службовців підприємства населення найближчих будинків;
- приймає рішення щодо локалізації та усунення наслідків НС;
- готує доповідь директору підприємства;
- враховує всі дії і розпорядження начальників підрозділів;
- контролює виконання розпоряджень директора підприємства, дій сил ЦО на місці події.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи була вивчена конструкція і службове призначення деталі, проведений аналіз технологічності деталі «ВАЛ НАСОСА РС 96.02».

Обраний спосіб отримання заготовки - Штампування, проведено розрахунок собівартості заготівлі та обраний найбільш економічний спосіб отримання, розроблений технологічний процес виготовлення деталі. Був проведений аналітичний розрахунок припусків на точні за вимогами поверхні, а також режимів різання, норм часу на операції.

У проекті спроектована заготовка, а також була обрана і розрахована конструкція спеціального верстатного і контрольного пристосувань. Виконано карти наладки на токарних операцію з ЧПУ.

В результаті роботи проведено розрахунок собівартості деталі " ВАЛ НАСОСА РС 96.02" і техніко-економічних показників цеху. В ході дипломної роботи були розраховані матеріальні, енергетичні витрати, фонд заробітної плати, витрати на амортизацію обладнання, ремонт обладнання, експлуатацію інструменту і спеціальних пристосувань, була розрахована проектна калькуляція вартості продукції. Також провели розрахунок економіческго ефекту роботи ділянки.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
3. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 4 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.
- 5 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с., ил.
- 6 Режимы резания металлов: Справочник/ Ю. В. Барановский [и др.], 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.
- 7 Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2 т. Т.1/ А. Д. Локтев, И. Ф. Гушин, В. А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.
- 8 Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред. В. Э. Пуша – М.:Машиностроение 1985.,256с.,ил.
- 9 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.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых

станках с ЧПУ. В 2-х ч. Ч.1: Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990. – 472 с.

11 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Справочник нормировщика-машиностроителя: в 4 т. / ред. кол.: А. Д. Гальцов (пред.) [и др.]. М.:Машгиз. Т.2 Техническое нормирование станочных работ / [ред. кол.: Е.И. Стружестрах и др.]. 1961. – 892 с. : ил. + прил.

13 Технология машиностроения. Дипломное проектирование: Учеб. пособ./ А. М. Зинченко [и др.]. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – 311 с.

14 Справочник по производственному контролю в машиностроении/ А. К. Кутая [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1974. – 676 с., ил.

15 Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 / В. Д. Бирюков [и др.], под ред. Б. Н. Вардашкина и В. В. Данилевского. – М.:Машиностроение, 1984 – 592 с., ил.

16 Технология машиностроения. Курсовое проектирование. Учебное пособие (эл. вар.) А. М. Зинченко, А. Н. Зелинский, С. Н. Кучма [и др.] – Алчевск, 2016 –186 с.

17 Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/Под рад. А. М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил.

18 Товары и услуги, промтовары: станок токарный 16К20 1987 г., Ковров. <http://nevyansk.flagma.ru/stanki-prensa-o315115.html>14.04.2016. Загл. с экрана.

19 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.

20 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.

21 А. А. Егоров, С. Ю. Стародубов Основы проектирования механосборочных участков и цехов: Учеб. Пособие (для студ. спец. 7.090.202 «Технология машиностроения»). – Алчевск: ДГМИ, 2002. – 48 с.

22 Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие/ А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред.– 5-е изд. стереотипное.– М.: ООО ИД "Альянс", 2007. – 256 с.

23 Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю. Г. Драгунов, М28 А. С. Зубченко, Ю. В. Каширский и др. Под общей ред. Ю. Г. Драгунова и А. С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: ил

24 Меринов В. П. Технология изготовления деталей, курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе. – Липецк.: ЛГТУ ,2007. – 269 с.

