

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 ДП 201.9.06), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню»

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТМ-15д

Цема В.К.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Ведмедева Т.Б.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Алтухов В.Н.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 109 с., 32 табл., 13 рис., 23 джерел.

У бакалаврській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ШКІВ АС 201.9.05».

Проведено критичний аналіз норм точності деталі й аналіз на технологічність. Розглянуті варіанти отримання заготовки. Розраховані режими різання й проведено нормування операцій, з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню. 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
Збірне креслення планування цеху.....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
Усього в листах формату A1.....	4

Комплект технологічної документації на 24 сторінках

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вступ.....	4
1.2 Короткі відомості про деталь, її роботу у вузлі.....	5
1.3 Аналіз технічних вимог.....	5
1.4 Характеристика матеріалу, хімічний склад і механічні властивості.....	6

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі за якісними і кількісними показниками.....	6
2.2 Обґрунтування типу виробництва.....	8
2.3 Вибір типу заготовки і обґрунтування методу одержання.....	9
2.3.1 Короткий опис способу одержання заготовки і порівняння його з заводським.....	9
2.3.2 Вибір загальних припусків. Визначення розмірів заготовки з допусками.....	10
2.3.3 Визначення коефіцієнту використання заготовки.....	12
2.3.4 Економічне обґрунтування вибору заготовки.....	14
2.3.5 Висновки.....	15
2.4 Аналітичний розрахунок припусків на одну поверхню.....	16
2.5 План обробки поверхонь деталі з установленням ступенів точності, класів шорсткості, операційних припусків і розмірів.....	19
2.6 Розробка технологічного процесу.....	20
2.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу.....	20
2.6.2 Маршрутно-операційний опис технологічного процесу.....	21
2.7 Розробка двох різнотипних операцій технологічного процесу.....	26
2.7.1 Вибір режимів обробки.....	26
2.7.2 Розрахунок норм часу.....	32
2.7.3 Розрахунок керуючої програми для верстата з ЧПК.....	35

2.8 Вибір режимів різання і норм часу на всі інші операції (оформити у вигляді таблиці).....	41
--	----

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розробка пристрою (опис роботи і принцип дії, розрахунок точності базування і зусилля затиску заготовки, розрахунок на міцність однієї слабкої ланки).....	42
--	----

3.2 Розрахунок різального інструменту (опис конструкції, вибір геометричних параметрів, вибір і розрахунок конструктивних елементів)...	47
--	----

3.3 Розрахунок контрольно-вимірювального пристрою.....	50
--	----

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок річного приведеного випуску деталей на дільниці.....	51
---	----

4.2 Розрахунок необхідної кількості металорізальних верстатів і їх завантаження.....	53
--	----

4.3 Організація і розрахунок багатOVERстатного обслуговування.....	56
--	----

4.4 Розрахунок площі дільниці.....	56
------------------------------------	----

4.5 Організація транспортування деталей на дільниці.....	58
--	----

4.6 Розрахунок чисельності виробничих робітників дільниці.....	58
--	----

4.7 Розрахунок чисельності допоміжних робітників дільниці.....	60
--	----

4.8 Розрахунок чисельності керівників і спеціалістів дільниці.....	60
--	----

4.9 Розподіл чисельності працівників дільниці по категоріям.....	61
--	----

4.10 Розрахунок тривалості технологічного циклу.....	62
--	----

5 ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

5.1 Характеристика дільниці.....	62
----------------------------------	----

5.2 Техніка безпеки.....	63
--------------------------	----

5.2.1 Організація охорони праці на дільниці.....	63
--	----

5.2.2 Технічні засоби запобігання травматизму.....	64
--	----

5.2.3 Електронебезпечність.....	64
---------------------------------	----

5.2.4 Правила безпечності на робочих місцях.....	66
--	----

5.3 Промислова санітарія.....	66
-------------------------------	----

5.3.1 Мікроклімат ділянки.....	66
5.3.2 Опалення і вентиляція виробничого приміщення.....	67
5.3.3 Освітлення ділянки.....	68
5.3.4 Охорона навколишнього середовища.....	70
5.4 Протипожежний захист.....	71
6 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	
6.1 Розрахунок річного фонду споживання виробничих робітників...	72
6.2 Розрахунок річного фонду споживання допоміжних робітників...	74
6.3 Розрахунок річного фонду споживання керівників і спеціалістів..	75
6.4 Розрахунок вартості основних виробничих фондів ділянки.....	77
6.5 Калькуляція собівартості деталі-представника.....	79
6.6 Визначення економічної ефективності запроєктованого технологічного процесу.....	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	85

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вступ

Основним завданням для підвищення продуктивності праці є впровадження в промисловість передової техніки, прогресивних технологічних процесів і гнучких виробництв. Головна роль у найноіших досягненнях науки і техніки відтвориться машинобудуванню. Прискорення темпів його зростання основа науково-технічного прогресу у всіх галузях народного господарства, основний напрямок розвитку економіки.

Сучасний машинобудівний завод це складний комплекс пов'язаний між собою різноманітних цехів, відділів, служб. Заготівельні цехи виробляють заготовки, з яких в інших цехах виготовляють деталі для машин. Одні заготовки одержують у ливарних цехах, заливаючи рідкий металу спеціальні форми, інші - штампуванням металу в холодному стані. Застосування цих методів формозміни металу забезпечує високу продуктивність праці та економію матеріалу в загальному циклі виробництва. Але виготовлені заготовки часто потребують наступної обробки. Для того щоб одержати деталі певної орми з необхідними розмірами та якістю поверхні, в механічних цехах заготовки оброблюють різанням видаляючи зайві шари металу на токарних, фрезерних, свердлильних, та інших верстатах.

Ефективність верстатів з програмним керуванням пояснюється високою їх продуктивністю, підвищенням продуктивності праці, обслуговуючого персоналу, скороченням потреби у спеціальному технологічному оснащенні, зменшенням обігових коштів, що вкладаються у незавершене виробництво, вивільненням значної частини виробничих площ.

Поряд з конструкторами над створенням машин працюють технологи, які розробляють способи та раціональну послідовність виготовлення окремих частин деталей машин і складання з них різних вузлів і всієї машини. Крім

того, технологи добирають такі інструменти, пристрої й обладнання, які забезпечують високу продуктивність праці.

Здобутті знання обов'язково стануть у пригоді під час вивчення інших предметів та в практичній роботі.

1.2 Короткі відомості про деталь, її роботу у вузлі

Деталь шківів відноситься до класу шківів. Деталь має зовнішні 500мм і довжину 215мм. Насаджується на вал по конічному отвору 90мм з конусністю 1:10. Конструкцією деталю передбачено шпонковий паз призначенням якого є збільшення жорсткості між валом і шківом. По торцю шківів передбачена кільцева канавка, яка служить для зменшення ваги деталі. Насаджується у вузлі під час роботи шківів на шість пальців для яких передбачено отвори 17H8. Поверхня по якій одягнутий пасок 500 підлягає термообробці з послідуною обробкою на шліфувальному верстаті. Під час роботи деталь витримує крутний момент, а також на зім'яття.

1.3 Аналіз технічних вимог

Під час виготовлення деталі до неї пред'являються наступні вимоги:

- термообробка шківів до HB320. Ця вимога передбачає підвищення міцності і стійкості проти спрацювання поверхонь. Невиконання цих вимог приведе до зниження якості деталі та її довговічності. Якість виконання вимоги перевіряється на приладі Брінеля;

- паралельність паза відносно осі не повинна перевищувати 0,026мм;
- симетричність паза відносно осі не повинна перевищувати 0,03мм;
- круглість отворів відносно осі не повинна перевищувати 0,05мм.

Дані вимоги досягаються за рахунок дотримання принципів базування та за рахунок остаточної обробки основних поверхонь деталі за одну установку.

1.4 Характеристика матеріалу, хімічний склад і механічні властивості

Виготовляється деталь шків із сталі 45 ГОСТ1050-88. Вона має наступні механічні властивості та хімічний склад.

У таблиці 1.1 представлені механічні властивості сталі.

У таблиці 1.2 представлений хімічний склад сталі.

Таблиця 1 - Механічні властивості сталі 45 ГОСТ1050-97.

Міцність за Брінель, НВ	Межа міцності Мпа (кгс/мм) Q _B	Межа розтікання Мпа (кгс/мм) Q _T	Відносне подовження б%	Відносне подовження f %
207	700(70)	470(47)	17	6

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 45 ГОСТ1050-88.

Вміст елементів						
Вуглець С	Кремній Si	Марганець Мп	Хром Cr	Нікель Ni	Фосфор Р	Сірка S
не більше						
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,0	0,25	0,04	0,04

Сталь 45 відноситься до конструкційних сталей які використовуються для виготовлення відповідальних деталей, витримуючих навантаження в процесі експлуатації. Такі сталі добре піддаються механічній, термічній та іншим видам обробки, мають досить низьку зношуваність.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі за якісними і кількісними показниками

Технологічність конструкції деталі дозволяє з'ясувати можливість виготовлення деталі з мінімальними витратами.

Визначається технологічність конструкції за допомогою якісних та кількісних показників.

За якісними показниками деталь є тілом обертання, яка складається із концентрично розташованих циліндричних поверхонь.

Поверхня $\varnothing 260h8$ є базовою, по якій базується деталь у вузлі. Шків є жорсткою деталлю, так як діаметр деталі перевищує її довжину. Це говорить про те, що при обробці можливо використовувати багатоінструментальну обробку.

Конструкція деталі дозволяє позитивно вирішити питання вибору технологічно установочних баз на всіх операціях технологічного процесу, дотримуючись при цьому принципів базування.

Отже по якісним показникам деталь є технологічною і не потребує внесення змін з метою покращення.

За кількісними показниками технологічність конструкції визначаємо за коефіцієнтами:

- уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_{ye}}{Q_o}, \quad (2.1)$$

де Q_{ye} - кількість уніфікованих елементів деталі

Q_o - загальна кількість конструктивних елементів деталі

$$Q_{ye} = 25$$

$$Q_o = 37$$

Тоді :

$$K_y = \frac{25}{37} = 0.67$$

Так як $0,67 > 0,6$ то деталь по коефіцієнтам уніфікації є технологічною.

- точності:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{\text{сер}}} \quad (2.2)$$

де $A_{\text{сер}}$ - середній квалітет точності

$$A_{\text{сер}} = \frac{8 \cdot 2 + 11 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 14 \cdot 33}{37} = \frac{498}{37} = 13.45$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{13.45} = 0,962$$

Так як $K_T > 0,8$ то по точності деталь є технологічною

- шорсткості:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{сер}}} \quad (2.3)$$

де $B_{\text{сер}}$ - середня шорсткість поверхонь, що визначається в значенні параметру R_a , мкм

$$B_{\text{сер}} = \frac{6,3 \cdot 2 + 3,2 \cdot 3 + 1,6 \cdot 1 + 12,5 \cdot 31}{37} = \frac{410,8}{37} = 11,1$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{11,1} = 0,09$$

Так як $K_{\text{ш}} < 0,32$ то й по якості деталь технологічна.

Виходячи з якісних та кількісних показників вважаємо деталь технологічною.

2.2 Обґрунтування типу виробництва

За серійного виробництва підприємство випускає продукцію партіями або серіями, які періодично повторюються. Це сприяє організації стійкішого процесу, і тому є можливість на кожному робочому місці виконувати кілька операцій, які постійно повторюються. Цьому виду виробництва властива залежність переналагодження верстатів від розмірів серій деталей що виготовляються; використання робітників середньої кваліфікації; застосування нарівні з універсальними спеціальних інструментів; впровадження механізації та автоматизації виробничого процесу; необхідність міжопераційних складів.

Серійне виробництво характеризують як виробництво з вищою продуктивністю праці, нижчою собівартості продукції та коротшим виробничим циклом, ніж одиничне виробництво.

Серійне виробництво поділяють на мало-, середньо- і багатосерійне. За технологічними ознаками одиничне і малосерійне виробництво майже не відрізняється одне від одного; що ж до серійного, то воно наближається до масового виробництва.

Кількість деталей в партії, що одночасно запускаються у виробництво.

$$P_{\text{зап}} = \frac{N}{P_{\text{д}}} \cdot q, \quad (2.4)$$

де N - виробнича програма - 10000

R_d - число робочих днів у році

q - необхідний запас деталей на складі в днях ($q=8$)

$$P_{\text{зап}} = \frac{10000}{251} \cdot 8 = 314,9$$

Приймаю $P_{\text{зап}} = 315$ шт.

2.3 Вибір типу заготовки і обґрунтування методу її одержання

2.3.1 Короткий опис способу одержання заготовки, порівняння його з заводським

Виливка

Технологія одержання виливок з використанням піщаних форм складається з окремих процесів: виготовлення модельно-стержневого оснащення, приготування формувальних і стержневих сумішей, виготовлення стержнів і ливарних форм, розплавлення металу, заливання ливарних форм рідким металом, кристалізація та твердіння розплаву, вибирання затверділих виливок з форм, відрубубування та зачищення виливки з видаленням ливників, термічної обробки сталевих виливків і деталей з ковкого чавуну, контролю якості готової продукції. Із перехованих процесів два є основними: виготовлення ливарної форми та приготування розплаву, а інші - допоміжними.

Штамповка

В серійному виробництві виготовляється штамповки у відкритих та закритих штампах. Для виготовлення заготовки для нашої деталі використовуємо штамповку у відкритих штампах. Використання цього виду

заготовки дозволить зменшити вагу заготовки, підвищити коефіцієнт використання її.

На базовому підприємстві заготовкою для нашої деталі є штамповка тому що вона є найбільш економічнішою і має форму максимально наближену до деталі, і не потребує значних механічних оброблень.

2.3.2 Вибір загальних припусків. Визначення розмірів заготовки з допусками

Загальний припуск - шар металу, що видаляється при виконанні всіх технологічних операцій з метою одержання нових поверхонь.

Варіант 1: Виливка

У таблиці 2.1 представлені загальні припуски та розміри виливки.

Таблиця 2.1 - Зведена таблиця загальних припусків та розмірів виливки

Розмір деталі	Якість обробки, Ra, мкм	Загальний припуск, мм	Допуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Прийнятий розмір, мм
Ø500h11	1,6	5*2	± 1,0	510	510 ± 1,0
Ø 470	12,5	5*2	± 1,0	460	460 ± 1,0
Ø 180	12,5	5*2	± 0,8	190	190 ± 0,8
Ø 140	12,5	5*2	± 0,8	150	150 ± 0,8
Ø 135	12,5	5*2	± 0,8	125	125 ± 0,8
Ø 90	12,5	5*2	± 0,8	80	80 ± 0,8
Лінійні розміри					
215	12,5	11	± 1,0	226	226 ± 1,0
210	12,5	11	± 1,0	221	221 ± 1,0
190	12,5	10	± 1,0	200	200 ± 1,0

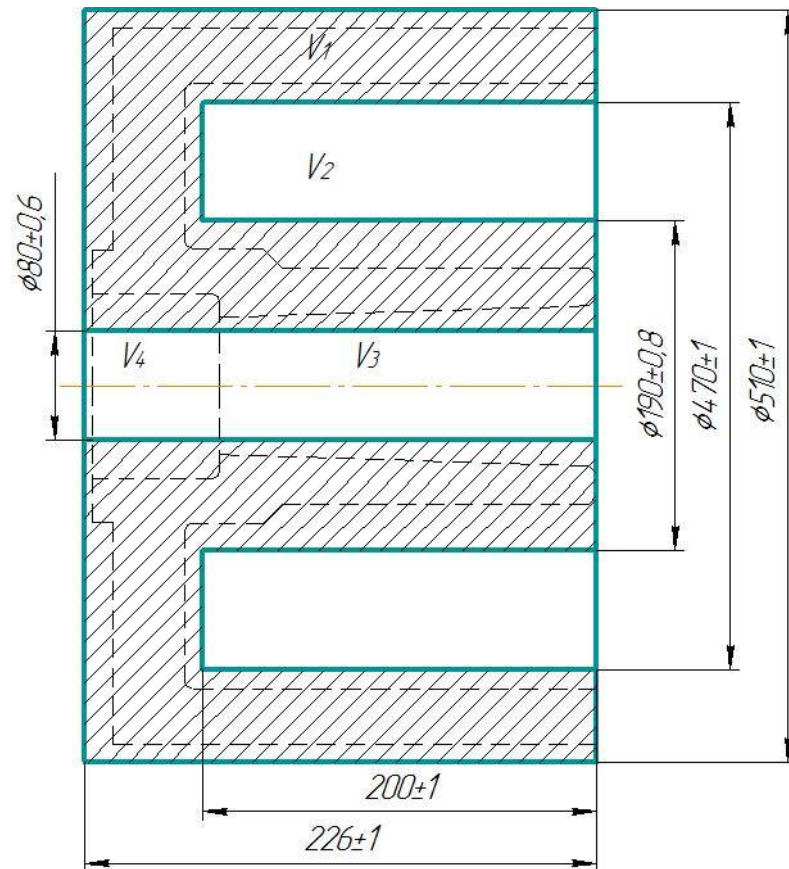


Рисунок 2.1 - Виливка

Варіант 2: Штамповка

У таблиці 2.2 представлені загальні припуски та розміри виливки штамповки.

Таблиця 2.2 - Зведена таблиця загальних припусків та розмірів штамповки

Розмір деталі	Якість обробки, Ra, мкм	Загальний припуск, мм	Допуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Прийнятий розмір, мм
Ø500h11	1,6	3,8*2	+4.5 +3.0	508	508 ^{+4.5} _{-3.0}
Ø 470	12,5	3,3*2	+4.5 +3.0	463	463 ^{+4.5} _{-3.0}
Ø 180	12,5	3,1*2	+4.0 +2.0	186	186 ^{+4.0} _{-2.0}
Ø 140	12,5	2,9*2	+3.5 +2.0	146	146 ^{+3.5} _{-2.0}
Ø 135	12,5	2,9*2	+3.5 +2.0	129	129 ^{+3.5} _{-2.0}
Ø 90	12,5	2,8*2	+3.3 +1.5	84	84 ^{+3.3} _{-1.5}

Продовження таблиці 2.2

Лінійні розміри					
215	12,5	3,1*2	+4.0 +1.0	221	221 ^{+4.0} _{-2.0}
210	12,5	3,1*2	+4.0 +2.0	216	216 ^{+4.0} _{-2.0}
190	12,5	3,1*2	+4.0 +2.0	196	196 ^{+4.0} _{-2.0}

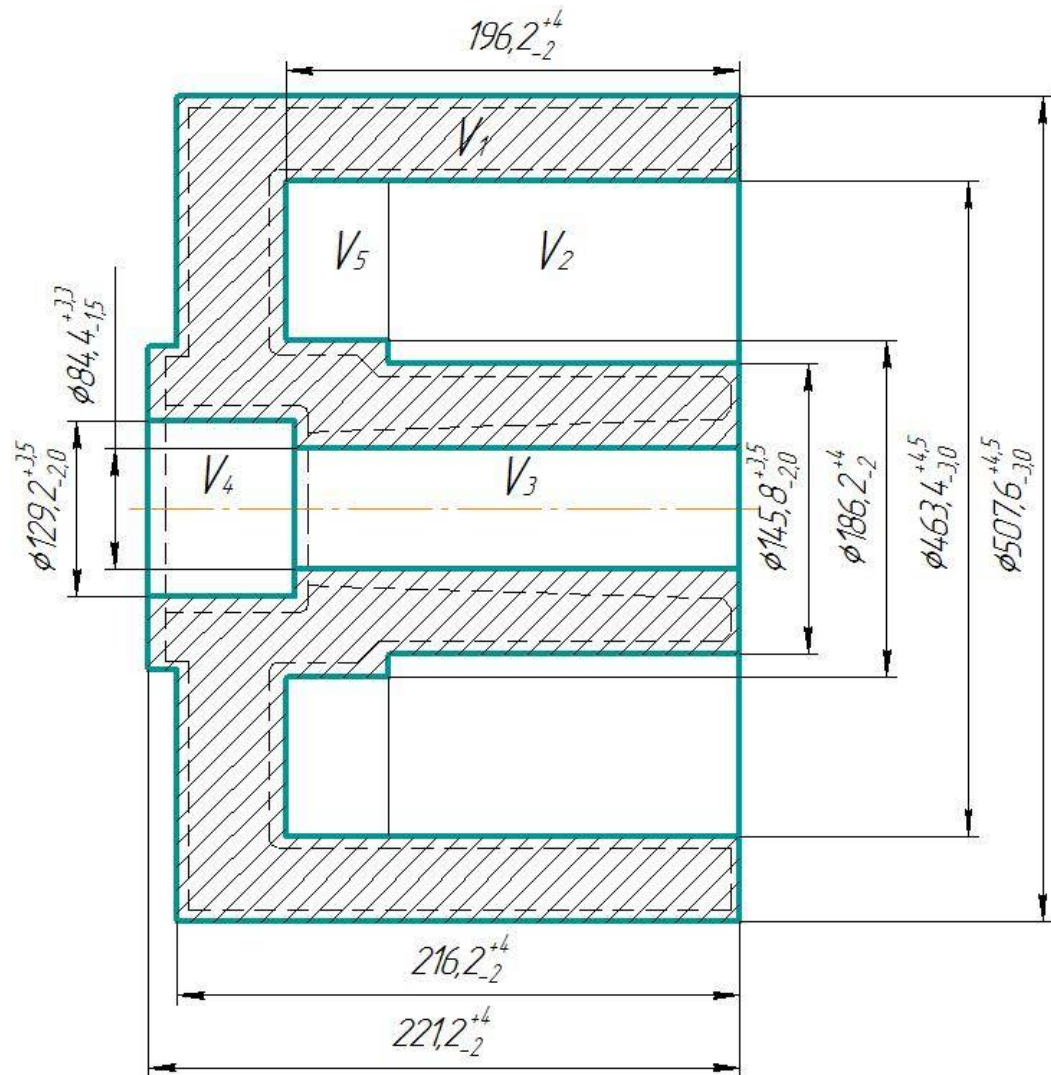


Рисунок 2.2 - Штамповка

2.3.3 Визначення коефіцієнту використання матеріалу

Визначаю коефіцієнт використання металу за формулою

$$K_{вз} = \frac{q}{Q} \quad (2.5)$$

де q - вага деталі

Q - вага заготовки

$$Q_3 = V_3 \cdot j \cdot 10 \text{ (кг)} \quad (2.6)$$

де V - об'єм заготовки

j - питома вага матеріалу (г/см)

Визначаю об'єм штампованої заготовки

$$V_{3. \text{ шт.}} = V_1 - V_2 - V_3 - V_4 - V_5 \quad (2.7)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot l_1 = \frac{3,14 \cdot 507,6^2}{4} \cdot 221,2 = 44719982,6 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{D - d}{2} \cdot l = \frac{463,4 - 145,8}{2} \cdot 90 = 14292 \text{ мм}^3$$

$$D_{\text{сер}} \cdot \pi = 155 \cdot 3,14 = 488,2 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = 14292 \cdot 488,2 = 6978069 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{D - D_3^2}{4} \cdot l_3 = \frac{3,14 \cdot 84,4^2}{4} \cdot 134 = 749306,2 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{D - D_4^2}{4} \cdot l_4 = \frac{3,14 \cdot 129,2^2}{4} \cdot 87 = 1140023,8 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{D - d}{2} \cdot l_5 = \frac{463,4 - 186,2}{2} \cdot 100 = 13850 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = 13850 \cdot 488,2 = 6766452 \text{ мм}^3$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 - (V_2 + V_3 + V_4 + V_5) = \\ &= 44719982,6 - (6978069 + 749306,2 + 1140023,8 + 6766452) = \\ &= 44719982,6 - 15633851 = 29086131,6 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{шт.}} = 29086131,6 \cdot 7,8 \cdot 10 = 226 \text{ кг}$$

Виливки

$$V_{\text{з.вил.}} = V_1 - (V_2 + V_3 + V_4) \quad (2.8)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot l_1 = \frac{3,14 \cdot 510^2}{4} \cdot 226 = 46144341 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{D - d}{2} \cdot l_2 = \frac{460 - 190}{2} \cdot 200 = 27000 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot l_3 = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 96 = 482304 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{D - D_4^2}{4} \cdot l_4 = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 90 = 1103906,2 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = 27000 \cdot 486,7 = 13140900 \text{ мм}^3$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 - (V_2 + V_3 + V_4) = \\ &= 46144341 - (13140900 + 482304 + 1103906,2) = \\ &= 46144341 - 14727110,2 = 31417230,8 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{вил.}} = 31417230,8 \cdot 7,8 \cdot 10 = 245 \text{ кг}$$

Визначаю коефіцієнт використання заготовки для штамповки

$$K_{\text{вз. шт.}} = \frac{q}{Q_{\text{шт}}} = \frac{86}{226} = 0,38$$

для виливки

$$K_{\text{вз. вил.}} = \frac{q}{Q_{\text{вил}}} = \frac{86}{245} = 0,35$$

2.3.4 Економічне обґрунтування вибору заготовки

Обґрунтування вибору заготовки ґрунтується на основі собівартості виготовлення заготовки.

Собівартість заготовки визначається по формулі.

$$S_{\text{заг.}} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_P \cdot K_{\text{тр}} - \frac{(Q-q)}{1000} \cdot S_{\text{відх}} \text{ (грн)} \quad (2.9)$$

де S_i - собівартість 1т матеріалу для даного виробництва;

$S_{\text{відх.}}$ - собівартість 1т відходів;

$K_{\text{тр}}$ - враховуючий транспортні відрахування;

K_T - коефіцієнт класу точності;

K_C - коефіцієнт складності заготовки;

K_B - коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

K_M - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу заготовки;

K_P - коефіцієнт серійності.

Для штамповки:

Для виливки:

$K_{\text{тр}} - 1,1$

$K_{\text{тр}} - 1,1$

$K_T - 1,05$

$K_T - 1$

$K_C - 0,75$

$K_C - 1$

$K_B - 0,74$	$K_B - 1$
$K_M - 1$	$K_M - 1,28$
$K_P - 1,0$	$K_P - 1$
$S_{\text{відх.}} - 870$	$S_{\text{відх.}} - 870$
$S_i - 3200$	$S_i - 3000$

Визначаю собівартість:

- штамповки

$$S_{\text{шт.}} = \frac{226 \cdot 3200}{1000} \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,74 \cdot 1,0 \cdot 1,1 - \frac{(226 \cdot 86)}{1000} \cdot 870 =$$

$$= 463,6 - 121,8 = 341,8 \text{ грн}$$

$$S_{\text{вил.}} = \frac{245 \cdot 3000}{1000} \cdot 1 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 11 \cdot 1,1 - \frac{(245 - 86)}{1000} \cdot 870 =$$

$$= 970 - 138 = 832 \text{ грн}$$

2.3.5 Висновки

Виходячи з вище виконаних розрахунків, заготовкою для даної деталі вибираємо штамповку.

У таблиці 2.3 приведена порівняльна таблиця

Таблиця 2.3 - Порівняльна таблиця

	штамповка	виливка
Вага деталі, кг	86	86
Вага заготовки, кг	226	245
Коефіцієнт використання заготовки	0,38	0,35
Вартість заготовки, грн	341,8	832

Під час виготовлення заготовки до неї пред'являються наступні вимоги:

1. Штамповка гр НВ207 ГОСТ8479-70;
2. Зміщення по площині роз'єму не більше 0,6 мм;
3. Задири по площині роз'єму 1,0 мм;
4. Зовнішні дефекти глибиною не більше 0,5 припуску;
5. Очистити від пригару механічним методом або травленням;
6. Невказані радіуси 3...5 мм;
7. Невказані штампувальні похили 3° ... 7° ;
8. Інші технічні вимоги по ГОСТ8479-70.

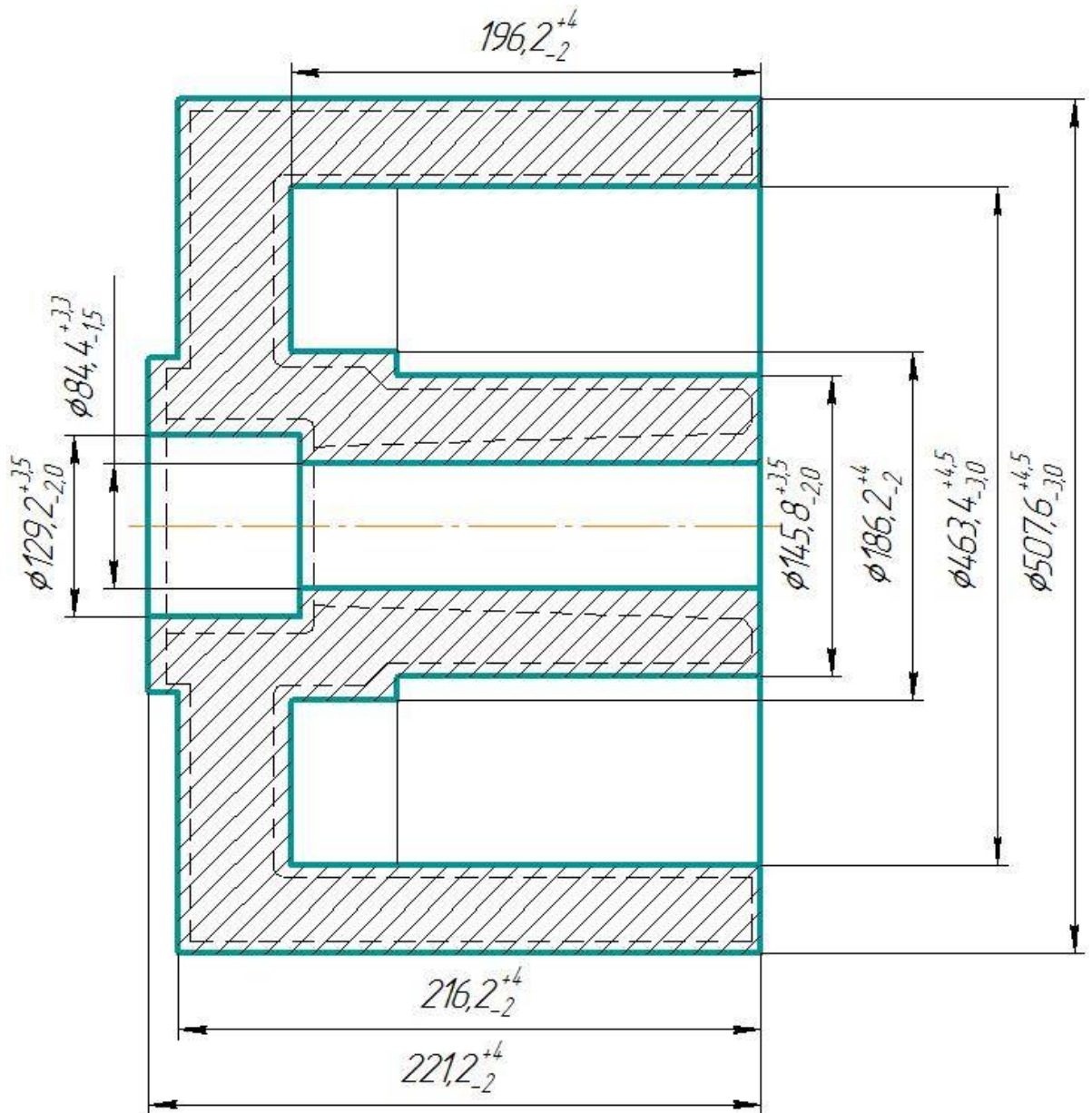


Рисунок 2.3 - Штамповка (загальні припуски та розміри)

2.4 Аналітичний розрахунок припусків на одну поверхню

Припуск - шар металу, який знімається під час механічної обробки. Визначаються припуски аналітичним та статистичним методом.

Аналітичний розрахунок припусків виконуємо на обробку $\varnothing 500h11$.

Установлюю послідовність обробки зовнішньо циліндричної поверхні і заносимо її до таблиці.

У таблиці 2.4 зведена таблиця припусків, допусків і проміжних розмірів

Таблиця 2.4 - Таблиця припусків, допусків і проміжних розмірів на обробку поверхні $\varnothing 500h11$.

Зміст технологічного переходу	Елементи припуску мкм				Припуск $2Z_{\min}$ мкм	Розмір d_p мм	Допуск б мкм	Граничний розмір мм		Граничний припуск мкм	
	Rz	T	q	ϵ				dmin	dmax	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	300	300	2413	-	-	506,19	5300	506,19	511,49	-	-
Точіння одноразове	50	50	96,52	662	6204	499,994	1550	499,99	501,54	9,95	6,2
Шліфування	10	20	48,26	13,24	394	499,6	400	499,6	500	1,15	0,39

Визначаю елементи припуску Rz та T і заносимо їх до зведеної таблиці.

Визначаю просторові відхилення:

$$Q_3 = \sqrt{Q_{\text{кор}}^2 + Q_{\text{см}}^2}, \quad (2.10)$$

де $Q_{\text{кор}} - 0,8 = 800$ мкм - відхилення по короблінню

$Q_{cm} - 2,4 = 2400$ мкм - відхилення по зміщенню

тоді:

$$Q_3 = \sqrt{800^2 + 2400^2} = \sqrt{640000 + 5760000} = \sqrt{5824000} = 2413 \text{ мкм}$$

На інші технологічні переходи

$$Q_i = Q_3 \cdot K_{yi} \quad (2.11)$$

$$Q_1 = Q_3 \cdot 0,04 = 2413 \cdot 0,04 = 96,52 \text{ мкм}$$

$$Q_2 = Q_3 \cdot 0,02 = 2413 \cdot 0,02 = 48,26 \text{ мкм}$$

Визначаю похибку установки деталі під час обробки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (2.12)$$

де ε_6 - похибка базування деталі

При базуванні деталі в 3-х кулачковому патроні $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 - похибка закріплення деталі

$$\varepsilon_3 = 660 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{пр}$ - похибка положення заготовки

$$\varepsilon_{пр} = 50 \text{ мкм}$$

Визначаю похибку установки деталі для першого технологічного переходу:

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{660^2 + 50^2} = \sqrt{435600 + 2500} = \sqrt{438100} = 662 \text{ мкм}$$

Для інших переходів:

$$\varepsilon_2 = 662 \cdot 0,02 = 13,24 \text{ мкм}$$

Визначаю розрахункові мінімальні припуски по формулі:

$$2Z_{\text{розр}}^{\text{пп}} = 2(Rz_i - 1 + Ti - 1 \sqrt{Qi - 1^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.12)$$

$$2Z_{\text{розр1}}^{\text{пп}} = 2(300 + 300 + \sqrt{2413^2 + 662^2}) = 6204 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{розр2}}^{\text{пп}} = 2(50 + 50 + \sqrt{96,52^2 + 13,24^2}) = 394 \text{ мкм}$$

Визначаю розрахункові розміри:

$$d_{\text{розр2}} = d_{\text{ном}} - b_3 = 500 - 0,4 = 499,6 \text{ мм}$$

$$d_{\text{розр1}} = d_{\text{розр2}} + 2Z_{\text{розр2}}^{\text{пп}} = 499,6 + 0,394 = 499,994 \text{ мм}$$

$$d_{\text{розр3}} = d_{\text{розр1}} + 2Z_{\text{розр1}}^{\text{пп}} = 499,9 + 6,2 = 506,194 \text{ мм}$$

Визначаю допуски із нормативних таблиць відповідно із квалітетами:

Для заготовки

$$b_3 = H_{\text{ед}} + H_{\text{ш}} + K_{\text{у}} \quad (2.13)$$

де Нед - допуск по недоштаповці

Нш - допуск по зношенню штампів

$$бз = 3 + 1,3 + 1 = 5,3 \text{ мм}$$

Визначаю лімітуючі розміри:

$$d_{\max.з} = d_{\min.з} + бз = 506,194 + 5,3 = 511,494 \text{ мм}$$

$$d_{\max1} = d_{\min1} + б1 = 499,99 + 1,55 = 501,54 \text{ мм}$$

$$d_{\max2} = d_{\min2} + б2 = 499,6 + 0,39 = 500 \text{ мм}$$

Визначаю лімітуючі припуски:

$$2Z_{\min1}^{\text{пр}} = d_{\max.з} - d_{\max1} = 511,49 - 501,54 = 9,95 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min2}^{\text{пр}} = d_{\max1} - d_{\max2} = 501,54 - 500 = 1,55 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max1}^{\text{пр}} = d_{\min.з} - d_{\min1} = 506,19 - 499,99 = 6,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max2}^{\text{пр}} = d_{\min1} - d_{\min2} = 499,99 - 499,6 = 0,39 \text{ мм}$$

Виконую перевірку виконаних розрахунків:

$$9,95 - 6,2 = 5,3 - 1,55$$

$$3,75 = 3,75$$

$$1,55 - 0,39 = 1,55 - 0,39$$

$$1,16 = 1,16$$

Це означає, що розрахунки виконано вірно.

Будую графік розташування припусків, допусків та міжопераційних розмірів на обробку $\text{Ø}500\text{h}11$.

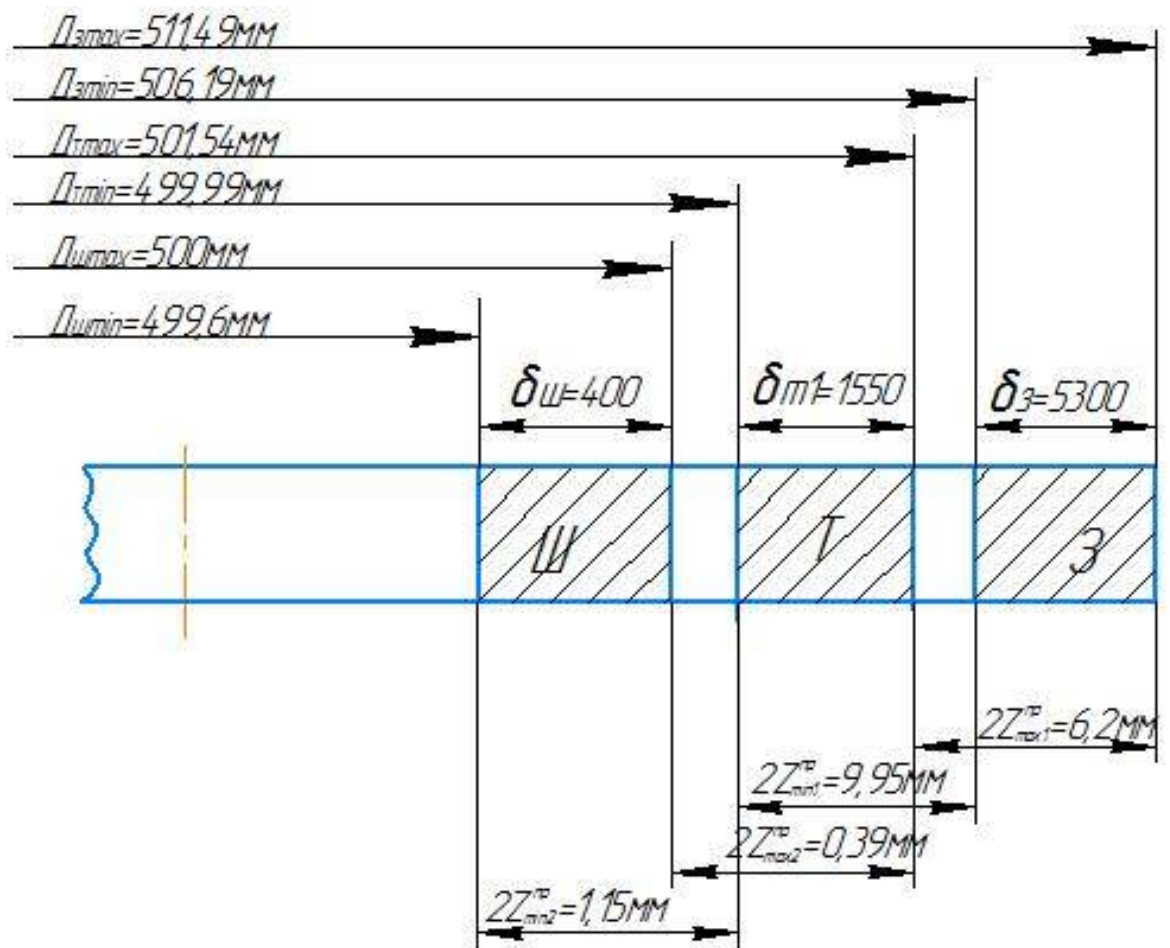


Рисунок 2.4 - Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні $\text{Ø}500\text{h}11$

2.5 План обробки поверхонь деталі з установленням ступенів точності, класів шорсткості, операційних припусків та розмірів

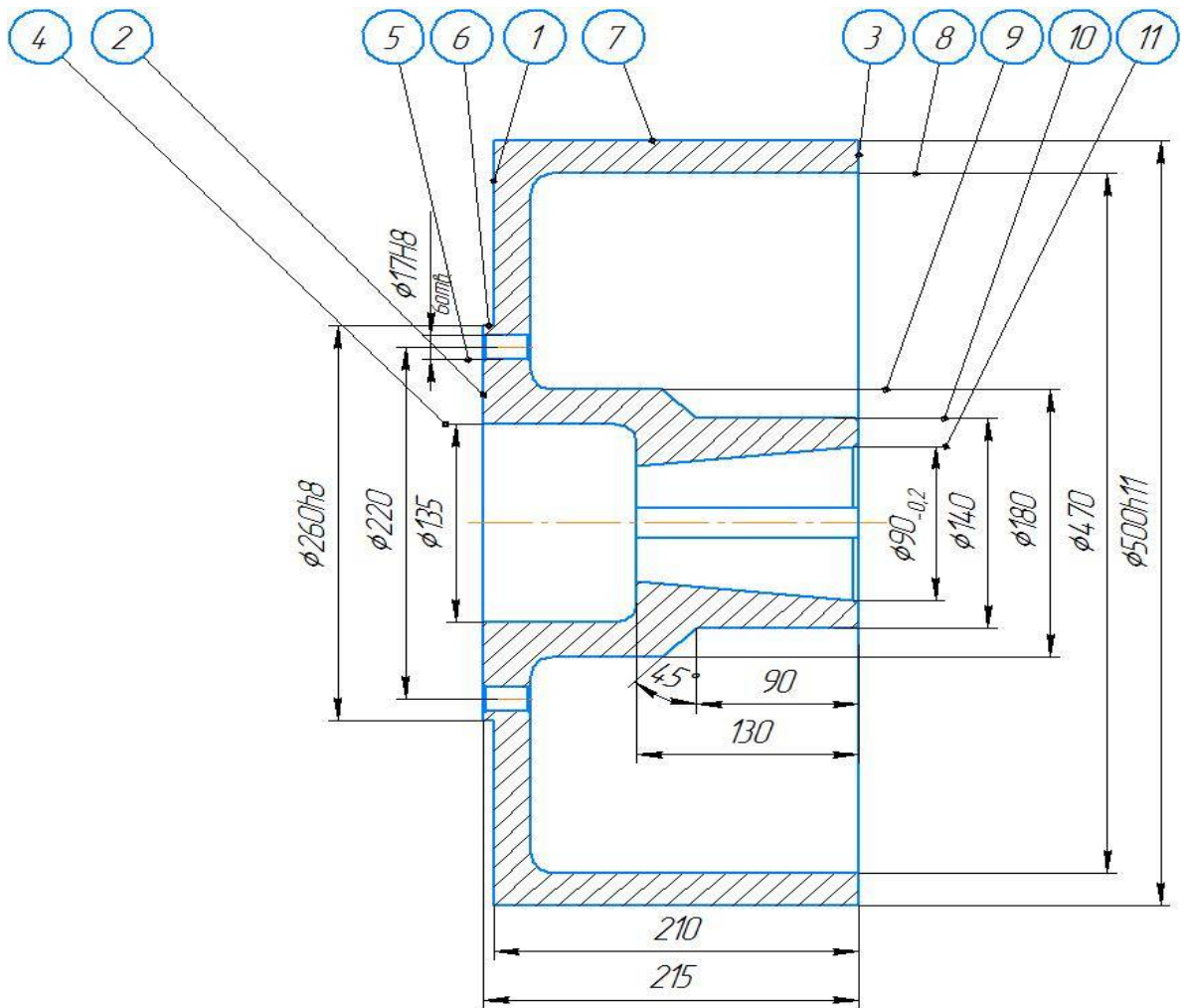


Рисунок 2.5 - План обробки шківa

У таблиці 2.5 зведена таблиця припусків, допусків та міжопераційних розмірів

Таблиця 2.5 - Таблиця припусків, допусків та міжопераційних розмірів

№ повер	Технологічний перехід	Точн. обр. кв.	Якість обробки, Ra, мкм	Розмір до обр. мм	Розмір після обр. мм	Припуск	Поле допуска мкм	Опер. розмір мм
1	точіння однор.	12	6,3	216	213	3	1000	213±0,5
2	підрізати тор.	14	12,5	221	218	3	1000	213±0,5
3	підрізати тор.	14	12,5	218	215	3	1000	213±0,5
4	розточити	12	6,3	Ø129	Ø135	2,5*2	72	Ø135 ^{+0.072}
5	свердли	14	12,5	-	15	7,5*2	300	15 ^{+0.3}
	зенкерувати	10	3,2	15	16,8	0,9*2	20	6,8 ^{+0.02}
	розвернути	8	1,6	16,8	17	0,1*2	100	17 ^{+0.1}
6	точити начор.	12	6,3	Ø 266	Ø 261	2,5*2	1300	Ø 261±0,65
	точити начис.	10	3,2	Ø 261	Ø 260	0,5*2	1300	Ø 260±0,65
7	точити однор.	12	6,3	Ø 508	Ø 500,5	3,75*2	1500	Ø 500±0,75
	шліфувати	8	1,6	Ø 500	Ø 500	0,25*2	1200	Ø 500±0,6
8	розточити	14	12,5	Ø 463	Ø 470	3,5*2	1000	Ø 470±0,5
9	розточити	14	12,5	Ø 186	Ø 180	3*2	1000	Ø 180±0,5
10	розточити	14	12,5	Ø 146	Ø 140	3*2	1300	Ø 140±0,65
11	розт.отвір	14	12,5	Ø 84	Ø 87	1,5*2	46	Ø 87 ^{+0.46}
	напівчисто	12	6,3	Ø 87	Ø 89	1*2	46	Ø 89 ^{+0.46}
	начисто	10	3,2	Ø 89	Ø 90	0,5*2	46	Ø 90 ^{+0.46}

2.6 Розробка технологічного процесу

2.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу

На базовому підприємстві в умовах серійного виробництва, деталь обробляється в наступній технологічній послідовності

005 токарна

На верстаті 1531М виконується обробка торця, затискний пристрій - патрон токарний 4 - кулачковий ГОСТ3890-82, інструмент - різець прохідний лівий Т5К10; 2ИР-177 №117.

010 токарна

На токарно-гвинторізному верстаті 164 відбувається підрізка торця, обточити поверхню та розочувальна операції. Затискний пристрій - патрон токарний 4 - кулачковий ГОСТ3890-82, різальний інструмент - різець відігнутий Т5К10 2102-0063 №1 2ИР-1.

015 токарна

На токарно-револьверному верстаті 1П365 відбувається свердлування отвору Ø20 і контролювати Ø20. Затискний пристрій - патрон токарний 3-кулачковий ГОСТ2675-80, різальний інструмент - свердло Ø20, свердло 2301-0137 ГОСТ19903-77, Р6М5.

020 токарна

На токарно-гвинторізному верстаті 163 відбувається розточування отвору і підрізка торця. Затискний пристрій патрон токарний 3-кулачковий ГОСТ2675-80, різальний інструмент - різець розточний Т5К10, 12ИР-40 №40.

025 токарна

На токарно-гвинторізному верстаті 163 відбувається розточування конічного отвору. Затискний пристрій - патрон токарний 3-кулачковий ГОСТ2675-80, різальний інструмент різець розточний Т15К6, 12ИР-32 №32.

030 токарна

На токарно-гвинторізному верстаті 163 відбувається підрізка торця, обточувати поверхні. Затискний пристрій - оправка КМ10-641, різальний інструмент- різець прохідний упорний Т15К6, ЗИР-5.

035 протяжна

На горизонтально протяжному верстаті 7Б57 відбувається протягування шпоночного пазу. Затискний пристрій - патрон автоматичний. Адаптер КМ15-515, різальний інструмент - протяжка 2405-1113 ГОСТ18217-80.

040 свердлувальна

На радіально-свердлильному верстаті 2Н55 відбувається свердління ботворів. Затискний пристрій - кондуктор з підставкою КМ10-76, різальний інструмент - свердло 2301-0199 ГОСТ19903-77 Ø16,75мм Р6М5.

045 свердлувальна

На радіально-свердлильному верстаті 2Н55 відбувається розсверлювання 6 отворів Ø17Н8. Затискний пристрій - планка 7019-0714 ГОСТ14736-69, болт - 7002-2600 ГОСТ13152-67, свердло 2301-0069 ГОСТ19903-77 Ø17 Р6М5.

050 шліфувальна

На шліфувальному верстаті 3А164 відбувається шліфування поверхні Ø500h11. Затискний пристрій - оправка КМ10-642А, різальний інструмент -

круг шліфувальний ПП600*63*305 25A40СМ1-СМ2К6 35м/с 1кЛА
ГОСТ2424-97.

Аналіз заводського процесу показує, що в умовах серійного виробництва, з метою підвищення точності обробки продуктивності праці токарну операцію поцільно використовувати на верстаті з ЧПК.

Шліфувальну операцію слід розділити на дві, з метою скорочення часу на переналагодження часу інструменту на потрібний розмір.

Шпонковий паз в умовах серійного виробництва доцільно обробляти на протяжному верстаті.

2.6.2 Маршрутно-операційний опис технологічного процесу

Технологічний процес

005 Токарна з ЧПК

1. Установити, зняти деталь
2. Підрізати торець
3. Точити поверхню начорно
4. Точити поверхню начисто
5. Підрізати торець
6. Розточити отвір з підрізкою торця
7. Контроль виконавцем

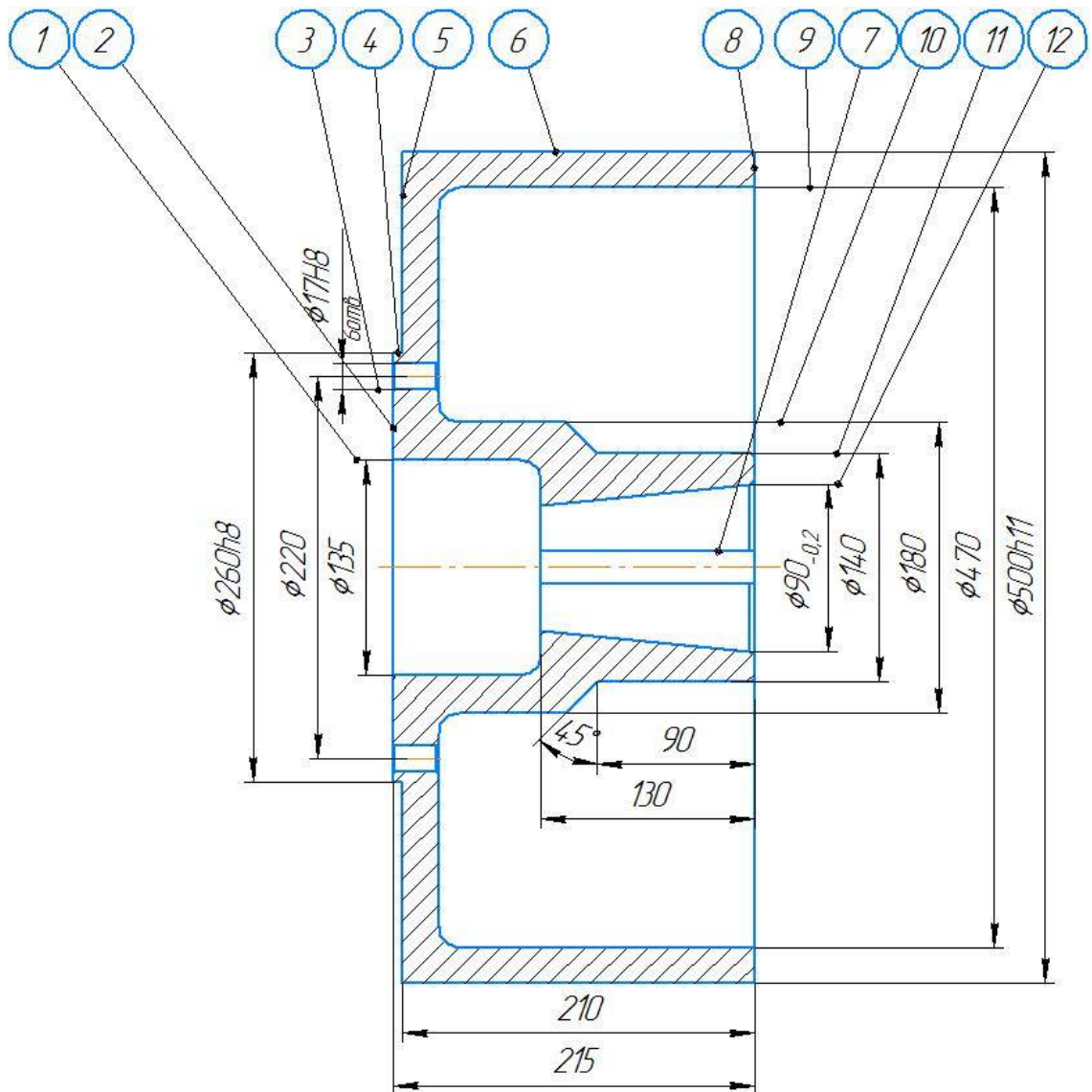


Рисунок 2.6 - Технологічний процес обробки шківу

010 Токарна з ЧПК

1. Установити, зняти деталь
2. Підрізати торець
3. Розточити поверхню начорно
4. Розточити поверхню начорно
5. Розточити поверхню начорно з утворенням поверхні 4
6. Розточити конусний отвір начорно
7. Розточити конусний отвір начисто
8. Контроль виконавцем

015 Свердлильна з ЧПК

1. Установити, зняти деталь
2. Центрувати ботворів Ø18 мм,
3. Свердлувати ботворів Ø16 мм,
4. Зенкерувати ботворів Ø17 мм,
5. Контроль виконавцем

020 Протяжна

1. Установити, зняти деталь
2. Протягнути шпоночний паз в розмір 22 мм
3. Контроль виконавцем

025 Термічна

030 Шліфувальна

1. Установити, зняти деталь
2. Шліфувати поверхню
3. Контроль виконавцем

035 Контрольна

У таблиці 2.6 зведена таблиця обладнання.

У таблиці 2.7 зведена таблиця різального інструменту.

У таблиці 2.8 зведена таблиця вимірювального інструменту.

У таблиці 2.9 зведена таблиця оснащення.

Таблиця 2.6 - Зведена таблиця обладнання

№ операції	Вибране обладнання		Код обладнання	Технічна характеристика
	тип	модель		
005	токарний зЧПК	16K50Ф3	381701	потужність-30кВт габарити, мм 4730*2160*1860 кількість інструментів – 6, вага - 11000 кг Крс=40, Число обертів шпинделя 2,5 – 500, число швидкостей 24/24
010	токарний зЧПК	16K50Ф3	381701	потужність-30кВт габарити, мм 4730*2160*1860 кількість інструментів – 6 вага - 11000 кг Крс = 40 Число обертів шпинделя 2,5 - 500 число швидкостей(загальна/по програмі) 24/24
015	вертикально-свердлильний	2Н150Ф3	381680	Розмір стола 500*560 а*в - 1290*875, Крс = 16 потужність - 7,5кВт ціна = 32000грн
020	горизонтально-протяжний	7523	381751	аа*в - 6000*2000, Крс =34 ціна =150000 грн, N=18,5кВт
030	шліфувальний	3Б12	381311	Øшліф.круга 300мм,N=3кВт частота оберт. - 2500об/хв. а*в - 2600*1750, ціна = 58800грн

Таблиця 2.7 - Зведена таблиця різального інструменту

№ опер.	Тех. перехід	Основні параметри	ГОСТ	к-ть	Код ін-та	Матеріал ріж. част
005	2	різець для конт. точіння	21151-75	1	2112-0032	T5K10
	4	різець для конт. точіння	21151-75	1	2112-0032	T5K10
	3	різець для конт. точіння	21151-75	1	2112-0032	T5K10
	5	різець для конт. точіння	21151-75	1	2112-0032	T5K10
	6	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
010	2	різець для конт. точіння	21151-75	1	2112-0032	T5K10
	3	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
	4	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
	5	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
	6	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
	7	розточний різець	21150-75	1	2140-0024	T5K10
015	2	свердло центровочне Ø18	19952-75	1	391210	P6M5
	3	свердло центровочне Ø16	10903-71	1	399150	P6M5
	4	зенкер Ø17	спец.	1	389201	P6M5
020	2	протяжка шпонкова	18201-89	1	392880	P6M5
030	2	круг шліфувальний ПП300*40*127 24A40НС16К1	2424-83	1	398110	

Таблиця 2.8 - Зведена таблиця вимірювального інструменту

№ операції	Найменування і типорозмір	ГОСТ	Код інструменту
005	штангенциркуль ШЦ 0-500	166-80	339911
010	штангенциркуль ШЦ 0-500	166-80	339911
015	калібр - пробка	спеціальний	398322
020	шаблон пазовий	спеціальний	398310
030	шаблон шорсткості	9278-75	394340

Таблиця 2.9 - Зведена таблиця оснащення

№ операції	Найменування пристрою	ГОСТ	Код
005	патрон самоцентруючий	3980-82	7103-2007
010	патрон самоцентруючий	3980-82	7103-2007
015	поворотний стіл	спеціальний	398190
020	адаптер	спеціальний	4115-2035
030	оправка	16212-70	396220

2.7 Розробка двох різноманітних операцій технологічного процесу

2.7.1 Вибір режимів різання

Виконую розрахунок по 020 горизонтально-протяжній операції.

Зміст операції

Протягнути шпонковий паз 7.

Обробка виконується на горизонтально-протяжному верстаті 7523.

Номінальне тягове зусилля 10тс

кількість плунжерів - 1, довжина робочого ходу повзуна 125мм,

швидкість робочого ходу м/хв;

- найбільша - 11,5:

- найменша - 1,5.

Швидкість зворотнього ходу - 20м/хв. Потужність електродвигуна N=18,5кВт.

Під час обробки деталь базується за допомогою адаптера, його код - 4115-2635. Виготовлена протяжка із сплаву Р6М5

ГОСТ19265-73.

Визначаю режим різання

ширина пазу - 22мм;

глибина пазу - 8,9мм;

група оброблюваності матеріалу - II;

якість обробленого пазу Ra3,2

Визначаю силу різання

$$P = q_0 \Sigma l_p K_p \quad (2.14)$$

де q_0 - сила різання, яка приходить на 1мм довжини ріжучого
леза

Σl_p - сумарна довжина ріжучих лез, які працюють одночасно

K_p - загальний коефіцієнт на силу різання, враховуючи змінні
умови роботи

$$P = 21,6 \cdot 17,3 \cdot 1 = 378$$

Швидкість різання

$$V = 10 \cdot K_v = 10 \cdot 1 = 10 \text{ м/хв}$$

Уточню швидкість за паспортом верстата

$$V_\phi = 10 \text{ м/хв}$$

Потужність при обробці

$$N_p = 0,6 \text{ кВт}$$

Перевіряю режим за потужністю верстата

$$N_p \leq N_B \cdot \eta \quad (2.15)$$

$$0,6 < 18,5 \cdot 0,8 = 14,8 \text{кВт}$$

Це означає що режим обробки можливий

Машинний час

$$T_0 = \frac{L_{px}}{1000 \cdot M_{п}} \cdot K \quad (2.16)$$

$$\text{де } L_{px} = l_p + l_n + l_d, \quad (2.17)$$

де l_p - довжина різання = 130 мм

l_n - довжина протяжки = 1150 мм

l_d - додаткова довжина = 50 мм

p - кількість одночасно оброблюваних деталей

k - коефіцієнт враховуючи відношення швидкості робочого та зворотнього ходів

$$K = 1 + \frac{10}{20} = 1,5$$

Тоді машинний час

$$T_0 = \frac{1330}{1000 \cdot 10} \cdot 1,5 = 0,20 \text{ хв}$$

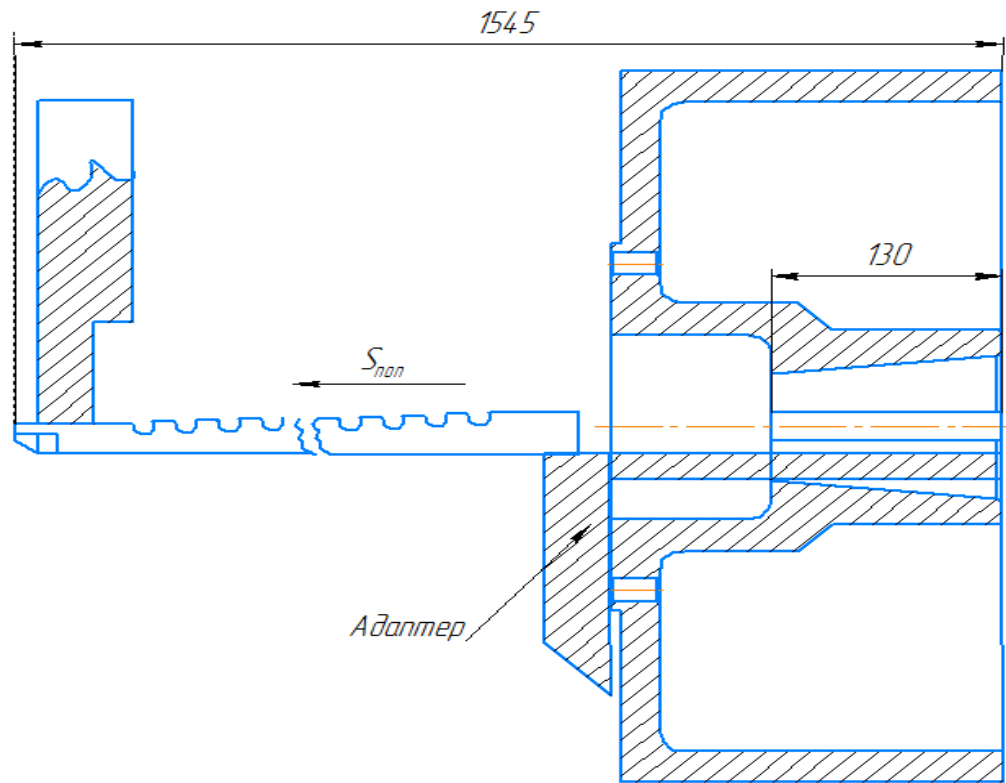


Рисунок 2.7 - Схема наладки протяжки

Виконую розрахунок по 015 операції свердлювання з ЧПК

Зацентрувати, просвердлити і зенкерувати отвори 5.

Обробка виконується на верстаті вертикально-свердлувальному з ЧПК 2Н150Ф2.

Максимальний діаметр оброблюємого отвору 50 мм.

- найбільше зусилля подачі, кг 2500;
- розмір стола, мм 500*560;
- потужність двигуна, кВт 7,5;
- габарити верстата, мм 1290*875;
- категорія ремонтної складності 15.

Під час обробки деталь базується за допомогою поворотного стола, 398190 - код. Інструменти - свердло центровочне Ø18 мм матеріал Р6М5, код - 391210,

ГОСТ19952-96, свердло спіральне Ø16 мм, матеріал Р6М5, код-399150, ГОСТ10903-71, зенкер Ø17 мм, матеріал Р6М5, код-389201.

Перехід 1

Центрувати 6 отворів з утворенням фаски

1. Глибина різання з утворенням фаски

$$t = \frac{18}{2} = 9 \text{ мм}$$

2. Подача при обробці

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об}$$

з урахуванням поправкових коефіцієнтів

$$S_0 = 0,3 \cdot 0,8 = 0,24 \text{ мм/об}$$

3. Фактична подача

$$S_{0ф} = 0,2 \text{ мм/об}$$

4. Швидкість різання при обробці

$$V = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ м/хв}$$

коефіцієнт 0,8 враховує стан поверхні заготовки, термін придатності ріжучого інструменту

5. Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 8,8}{3,14 \cdot 18} = 155 \text{ об/хв}$$

по паспорту верстата

$$n_{\Phi} = 125 \text{ об/хв}$$

6. Уточнюю швидкість різання

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 18}{1000} = 7 \text{ м/хв}$$

7. Потужність при обробці

$$N_p = 0,8 \text{ кВт}$$

перевіряю режим обробки по потужності

$$N_p \leq N_b \cdot \eta \quad (2.18)$$

$$0,8 \leq 7,5 \cdot 0,8$$

$$0,8 < 6$$

Режим обробки можливий

8. Машинний час при обробці отворів

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{V_{\Phi} \cdot S_{оф}} \quad (2.19)$$

$L_{рх}$ - довжина робочого ходу

При центруванні отворів

$$T_0 = \frac{(15 + 5) \cdot 6}{0,2 \cdot 125} = 4,8 \text{ хв}$$

Перехід 2

Свердлити 6 отворів Ø16мм

1. Глибина різання з утворенням фаски

$$t = \frac{16}{2} = 8 \text{ мм}$$

2. Подача при обробці

$$S_0 = 0,29 \cdot 1 = 0,29 \text{ мм/об}$$

3. Фактична подача

$$S_{0ф} = 0,25 \text{ мм/об}$$

4. Швидкість різання при обробці

$$V = 28 \cdot 0,8 = 22,4 \text{ м/хв}$$

коефіцієнт 0,8 враховує стан поверхні заготовки, термін придатності ріжучого інструменту

5. Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22,4}{3,14 \cdot 16} = 445,8 \text{ об/хв}$$

по паспорту верстата

$$n_{\Phi} = 400 \text{ об/хв}$$

6. Уточнюю швидкість різання

$$V_{\Phi} = \frac{3.14 \cdot 400 \cdot 16}{1000} = 20 \text{ м/хв}$$

7. Потужність при обробці

$$N_p = 0,8 \text{ кВт}$$

перевіряю режим обробки по потужності

$$N_p \leq N_b \cdot \eta \quad (2.20)$$

$$0,8 \leq 7,5 \cdot 0,8$$

$$0,8 < 6$$

Режим обробки можливий

8. Машинний час при обробці отворів

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{v_{\Phi} \cdot S_{оф}} \quad (2.21)$$

де $L_{рх}$ - довжина робочого ходу

При центруванні отворів

$$T_0 = \frac{(25 + 5) \cdot 6}{0,2 \cdot 400} = 1,8 \text{ хв}$$

Перехід 3

Зенкерувати 6 отворів Ø17мм

1. Глибина різання з утворенням фаски

$$t = \frac{17 - 16}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

2. Подача при обробці

$$S_o = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32 \text{ мм/об}$$

3. Фактична подача

$$S_{o\phi} = 0,3 \text{ мм/об}$$

4. Швидкість різання при обробці

$$V = 27,5 \cdot 0,8 = 22 \text{ м/хв}$$

коефіцієнт 0,8 враховує стан поверхні заготовки, термін придатності ріжучого інструменту

5. Число обертів шпинделля

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 17} = 412 \text{ об/хв}$$

по паспорту верстата

$$n_{\phi} = 400 \text{ об/хв}$$

6. Уточнюю швидкість різання

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 17}{1000} = 21,3 \text{ м/хв}$$

7. Потужність при обробці

$$N_p = 0,8 \text{ кВт}$$

перевіряю режим обробки по потужності

$$N_p \leq N_b \cdot \eta \quad (2.22)$$

$$0,8 \leq 7,5 \cdot 0,8$$

$$0,8 < 6$$

Режим обробки можливий

8. Машинний час при обробці отворів

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{P_{\phi} \cdot S_{\phi}} \quad (2.23)$$

$L_{рх}$ - довжина робочого ходу

При центруванні отворів

$$T_0 = \frac{(25 + 5) \cdot 6}{0,2 \cdot 400} = 1,5 \text{ хв}$$

2.7.2 Розрахунок норм часу

Норма часу - це час, який витрачається на виготовлення деталі.

Штучний час для операції з ручним управлінням визначається по формулі.

$$T_{шт.} = T_0 + T_d + T_{обс} + T_{ос.п.}, \quad (2.24)$$

де T_0 - машинний час за розрахунками режимів обробки

T_d - допоміжний час

$$T_d = T_{ус} + T_z + T_{пр.уп.} + T_{д.пр.} + T_{вим}, \quad (2.25)$$

де $T_{ус}$ - час на установку деталі

T_z - час на закріплення деталі

$T_{пр.уп.}$ - час на прийоми управління верстатом

$T_{д.пр.}$ - час на додаткові прийоми, пов'язані з переміщенням робочих органів

$T_{вим}$ - час на вимірювання

$T_{обс}$ - час на обслуговування верстата

$$T_{обс} = \frac{(T_0 + T_d)\%}{100} \quad (2.26)$$

де $T_{ос.п.}$ - час на особисті потреби

$$T_{ос.п.} = \frac{(T_0 + T_d)\%}{100} \quad (2.27)$$

Розраховую норму штучного часу на протяжну операцію

де $T_0 = 0,2$ хв - машинний час

Допоміжний час

$$T_d = 0,25 + 0,45 + 0,1 + 0,04 + 0,19 = 1,05 \text{ хв}$$

де $T_y = 0,47 \text{ хв}$ - установка деталі

$T_z = 0,1 \text{ хв}$ - закріплення деталі

Час на прийоми управління верстатом включає:

- включення руху повзуна
- установлення протяжки в патрон
- закріплення протяжки в патроні
- очищення протяжки від стружки
- підведення або відведення столу

$$T = 0,015 + 0,11 + 0,015 + 0,015 + 0,07 + 0,04 = 0,25 \text{ хв}$$

$$T_{d. пр} = 0,04 \text{ хв} \quad T_{вим} = 0,19 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп.} = T_o + T_d = 0,2 + 1,05 = 1,25 \text{ хв}$$

Час на обслуговування верстата

$$T_{обс} = \frac{(T_o + T_d)\%}{100} = \frac{1,25 \cdot 6}{100} = 0,075 \text{ хв}$$

Час на особисті потреби

$$T_{ос. п.} = \frac{(T_o + T_d)\%}{100} = \frac{1,25 \cdot 1,8}{100} = 0,023 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію

$$\begin{aligned} T_{\text{шт.}} &= T_0 + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{ос.п.}} = \\ &= 0,2 + 1,05 + 0,075 + 0,023 = 1,348 \text{ хв} \end{aligned}$$

Розрахунок норм часу на 015 операцію

Штучний час розраховується за формулою

$$T_{\text{шт.}} = T_0 + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{ос.п.}} + T_{\text{да}} \quad (2.28)$$

де $T_{\text{да}}$ - допоміжно автоматичний час, який пов'язаний з автоматичною роботою верстата

$$T_{\text{да}} = T_{\text{хх}} + T_{\text{ві}} \quad (2.29)$$

де $T_{\text{хх}}$ - час холостих ходів при обробці

$T_{\text{ві}}$ - час витримки інструмента, пов'язаний з переключенням швидкості руху інструмента.

Сумарний час витримки інструмента

$$T_{\text{ві}} = 0,01 \cdot n \quad (2.30)$$

де n - кількість переключень швидкості

$$T_{\text{ві}} = 0,01 \cdot 20 = 0,2 \text{ хв}$$

Сумарний час холостих ходів на операцію

$$T_{\text{хх}} = 0,908 \text{ хв}$$

$$\text{тоді } T_{\text{да}} = 0,0908 + 0,2 + 0,01 \cdot 3 = 1,138 \text{ хв}$$

Допоміжний час

$$T_{\text{д}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{з}} + T_{\text{пр.уп.}} + T_{\text{д.пр.}} \quad (2.31)$$

де $T_{\text{д.пр.}}$ - прийоми управління часу включення та виключення верстата, включення стрічкопротяжного механізма, переміщення програмонасіня в вихідне положення, установлення координат x , y , z , введення корекції.

Таким чином:

$$T_{\text{пр.уп.}} = 0,04 + 0,03 + 0,03 + 0,25 + 0,1 + 0,04 = 0,49 \text{ хв}$$

Машинний час при виконанні операції

$$T_{\text{о}} = 4,8 + 1,8 + 1,5 = 8,1 \text{ хв}$$

Повний допоміжний час

$$T_{\text{ус}} = 0,1 \text{ хв} \quad T_{\text{з}} = 0,024 \text{ хв}$$

$$T_{\text{д.пр.}} = 0,01 \cdot 0,05 = 0,05 \text{ хв}$$

$$T_{\text{д}} = 0,49 + 0,1 + 0,024 + 0,05 = 0,644 \text{ хв}$$

Оперативний час на операцію

$$T_{\text{оп.}} = 8,1 + 1,138 + 0,644 = 9,9 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця

$$T_{об.} = \frac{T_{оп. \%}}{100} = \frac{9,9 \cdot 4,6}{100} = 0,45 \text{ хв}$$

Час на особисті потреби

$$T_{об.} = \frac{T_{оп. \%}}{100} = \frac{9,9 \cdot 1,6}{100} = 0,15 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію

$$\begin{aligned} T_{шт.} &= T_о + T_д + T_{обс} + T_{ос.п.} + T_{да} = \\ &= 9,9 + 0,45 + 0,15 = 10,5 \text{ хв} \end{aligned}$$

2.7.3 Розрахунок і кодування керуючої програми для верстата з ЧПК

Для визначення допоміжно автоматичного часу та для складання управляючої програми складаємо РТК

Для переходу: центрування 6 отворів Ø18 мм будуємо траєкторію руху інструмента. Траєкторія руху для всіх переходів буде однаковою то складаю РТК.

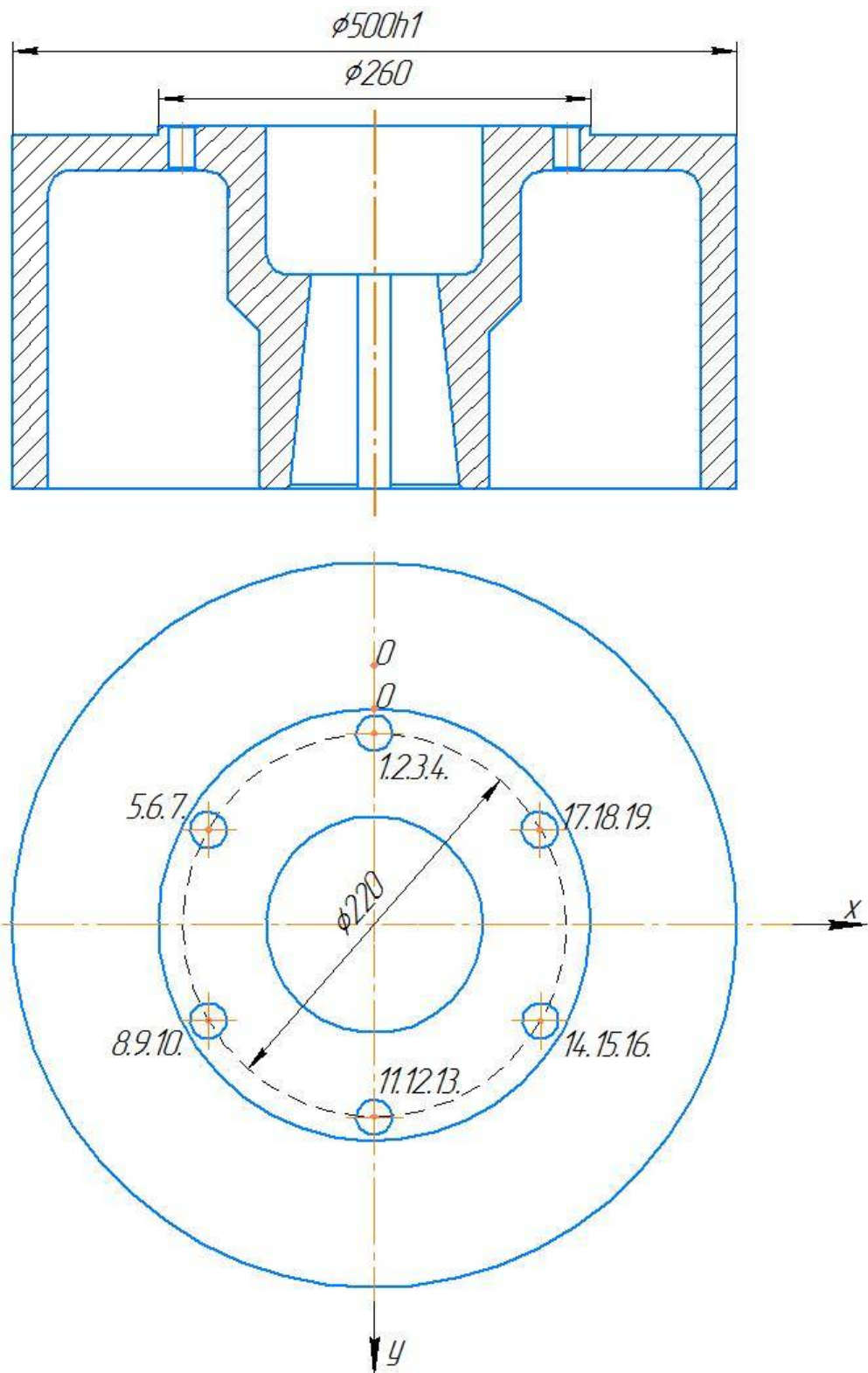


Рисунок 2.8 - РТК

Визначаю довжину холостих ходів на центрування

$$L_{xx_x} = 20 + 35 + 115 + 75 + 75 + 115 + 55 = 490 \text{ мм}$$

$$L_{xx_z} = 248 + 248 + 6 \cdot 11 = 562 \text{ мм}$$

$$L_{xx_y} = 150 + 95,2 + 95,2 + 95,2 + 95,2 + 150 = 680,8 \text{ мм}$$

У таблиці 2.10 зведена таблиця опорних точок для центровки.

Таблиця 2.10 - Зведена таблиця опорних точок для центровки

	x	z	y	Δx	Δz	Δy
0	0	150	250	-	-	-
1	20	0	250	20	0	150
2	20	0	2	0	248	0
3	20	0	-9	0	11	0
4	20	0	2	0	11	0
5	55	95,2	2	35	0	95,2
6	55	95,2	-9	0	11	0
7	55	95,2	2	0	11	0
8	165	95,2	2	115	0	0
9	165	95,2	-9	0	11	0
10	165	95,2	2	0	11	0
11	240	0	2	75	0	95,2
12	240	0	-9	0	11	0
13	240	0	2	0	11	0
14	165	95,2	2	75	0	95,2
15	165	95,2	-9	0	11	0
16	165	95,2	2	0	11	0
17	55	95,2	2	115	0	0
18	55	95,2	-9	0	11	0
19	55	95,2	2	0	11	0
20	55	0	250	0	248	95,2
0	0	150	250	55	0	150

Визначаю довжину холостих ходів на свердлування і зенкерування

$$L_{xx_x} = 20 + 35 + 115 + 75 + 75 + 115 + 55 = 490 \text{ мм}$$

$$L_{xx_z} = 248 + 248 + 6 \cdot 27 = 670 \text{ мм}$$

$$L_{xx_y} = 150 + 95,2 + 95,2 + 95,2 + 95,2 + 150 = 680,8 \text{ мм}$$

У таблиці 2.11 зведена таблиця опорних точок для свердлування і зенкерування.

Таблиця 2.11 - Зведена таблиця опорних точок для свердлування і зенкерування

	x	z	y	Δx	Δz	Δy
0	0	150	250	-	-	-
1	20	0	250	20	0	150
2	20	0	2	0	248	0
3	20	0	-27	0	29	0
4	20	0	2	0	29	0
5	55	95,2	2	35	0	95,2
6	55	95,2	-27	0	29	0
7	55	95,2	2	0	29	0
8	165	95,2	2	115	0	0
9	165	95,2	-27	0	29	0
10	165	95,2	2	0	29	0
11	240	0	2	75	0	95,2
12	240	0	-27	0	29	0
13	240	0	2	0	29	0
14	165	95,2	2	75	0	95,2
15	165	95,2	-27	0	29	0
16	165	95,2	2	0	29	0
17	55	95,2	2	115	0	0
18	55	95,2	-27	0	29	0
19	55	95,2	2	0	29	0
20	55	0	250	0	248	95,2
0	0	150	250	55	0	150

Визначаю загальну довжину холстих ходів

$$L_{xx_x} = 490 + 490 = 980 \text{ мм}$$

$$L_{xx_z} = 562 + 670 = 1232 \text{ мм}$$

$$L_{xx_y} = 680,8 + 680,8 = 1361,6 \text{ мм}$$

Час холостих ходів визначаю по формулі

$$T_{xx} = \frac{L_{xx}}{S_{xvxx}} \quad (2.32)$$

де S_{xvxx} - хвилинна подача холостих ходів

Підставляю та одержую

$$L_{xx_x} = \frac{980}{3800} = 0,25 \text{ хв}$$

$$L_{xx_z} = \frac{1232}{4000} = 0,3 \text{ хв}$$

$$L_{xx_y} = \frac{1361,6}{3800} = 0,35 \text{ хв}$$

Сумарний час холстих ходів по операції

$$T_{xx} = 0,908 \text{ хв}$$

Складаю управляючу програму

Програма - 2P135

Станок - 2Н150Ф2

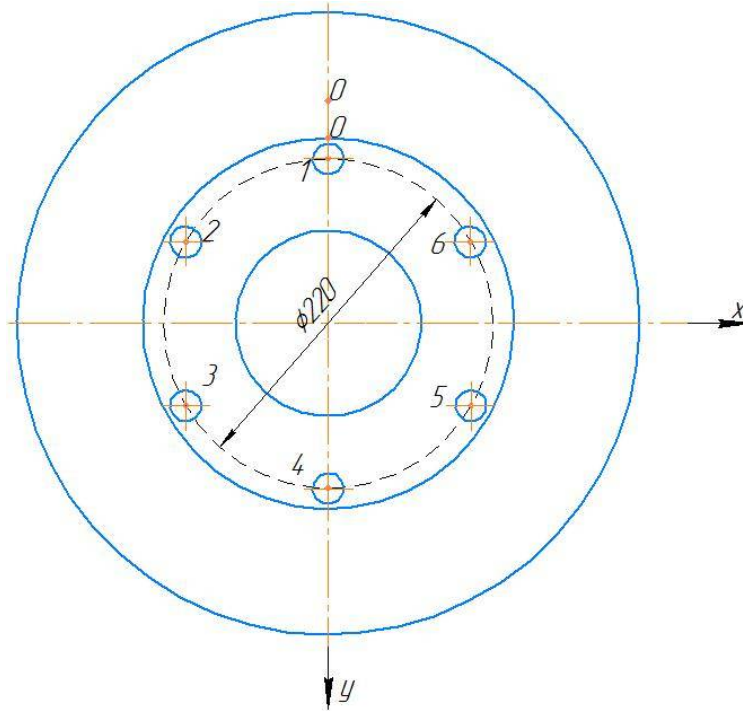


Рисунок 2.9 - Центрування отворів

Зацентрувати 6 отворів в наступній послідовності

$$1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6;$$

Просвердлити 6 отворів в наступній послідовності

$$6 > 5 > 4 > 3 > 2 > 1;$$

Зенкерувати 6 отворів в наступній послідовності

$$1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6.$$

Вибираю ріжучий інструмент та коректори

- центровочне свердло T01 L01 і18 мм
- свердло спіральне T02 L02 і16 мм
- зенкер T03 L03 і17 мм

Закодувати режим різання

1 - для центрування $p=125$ об/хв, $S=25$ мм/хв

2 - свердлувати отвір 16мм $p=400$ об/хв, $S=100$ мм/хв

3 - зенкерувати отвір 17мм $p=400$ об/хв, $S=120$ мм/хв

Розраховую склад траєкторії осьового переміщення інструменту при обробці кожного отвору. Складаю розгорнуті циклограми по осі z.

1. $z=l+R$, $R=20$ $z=9+20+2=31$ мм
2. $z=l+R$, $R=20$ $z=25+20+2+0,3 \cdot 16+2=53,8$ мм
3. $z=l+R$, $R=20$ $z=25+20+2+0,3 \cdot 17+2=54,1$ мм

№ отб	x	y
1	-20	0
2	55	-95,2
3	165	95,2
4	240	0
5	-165	95,2
6	-55	-95,2

2P135 Шкив

N001 T01 L01 M04 ПС

N002 x-002000 z00000 ПС

N003 G81 R+002000 z03100 ПС

N004 x+005500 y-09500 ПС

N005 R+002000 z03100 ПС

N006 x+016500 y+0950 ПС

N007 R+002000 z03100 ПС

N008 x+024000 y+00000 ПС

N009 R+002000 z03100 ПС

N010 x-016500 y+09500 ПС

N011 R+002000 z03100 ПС

N012 x-005500 y-09500 ПС

N013 G91 R+002000 z+03100 ПС

N014 T02 S06 F13 M04 L02 ПС

N015 G81 R+002000 z+05300 ПС

N016 x-016500 y+09500 ПС

N017 R+002000 z+05300 ПС

N018 x+024000 y+00000 ПС

N019 R+002000 z+05300 ПС

N020 x+016500 y+09500 ПС

N021 R+002000 z+05300 ПС
N022 x+005500 y-09500 ПС
N023 R+002000 z+05300 ПС
N024 x-002000 z00000 ПС
N025 G91 R+002000 z+05300 ПС
N026 T03 S10 F11 M04 L03 ПС
N027 G81 R+002000 z+05400 ПС
N028 x+005500 y-09500 ПС
N029 R+002000 z+05400 ПС
N030 x+016500 y+09500 ПС
N031 R+002000 z+05400 ПС
N032 x+024000 y+00000 ПС
N033 R+002000 z+05400 ПС
N034 x-016500 y+09500 ПС
N035 R+002000 z+05400 ПС
N036 x-005500 y-09500 ПС
N037 G91 R+002000 z+05400 ПС
N038 x-002000 z00000 ПС
N039 M02 *

2.8 Вибір режимів різання і норм часу на всі інші операції (оформити у вигляді таблиці)

На інші операції режими обробки розраховуються аналогічно.

У таблиці 2.12 зведена таблиця режимів.

У таблиці 2.13 зведена таблиця норм штучного часу.

Таблиця 2.12 - Зведена таблиця режимів

№	Тех	Lp	Lpx	T	l	S _{от} мм/об	S _{оф} мм/об	S _{хв} мм/хв	V _T м/хв	V _ф м/хв	Пр об/хв	Пф об/хв	T _о	T _{оз}
005	2	130	135	3	2	0.48	0.48	168	118	121	342	350	0.441	2.219
	3	5	7	2	2	0.17	0.17	63	180	160	910	85	0.2	
	4	5	7	1	1	0.15	0.15	106	150	121	883	710	0.151	
	5	170	175	3	2	0.48	0.48	168	118	121	342	350	0.441	
	6	85	90	2.5	1	0.13	0.13	92	132	136	689	710	0.986	
010	2	15	20	2.2	1	0.48	0.48	168	118	121	342	350	0.441	6.8
	3	190	193	2.5	1	0.48	0.48	175	125	121	355	350	1.1	
	4	100	103	2.5	1	0.4	0.4	65	104	105	138	135	1.7	
	5	90	93	2	1	0.35	0.35	70	168	160	158	150	1.7	
	6	130	135	1.7	1	0.25	0.25	90	178	170	630	300	0.86	
	7	130	135	0.8	1	0.17	0.17	63	118	121	360	350	1.1	
015	2	5	25	9	1	0.3	0.2	25	8.8	7	155	125	4.8	8.1
	3	5	5	8	1	0.29	0.25	100	22.4	20	445.8	400	1.8	
	4	5	25	0.5	1	0.32	0.3	120	22	20	412	400	1.5	
020	2	130	1330	8.9	1				10	10			0.2	0.2
030	2	210	220	0.03	1	0.06	0.06	960	40.2	40.2	160	160	2.64	2.64

Таблиця 2.13 - Зведена таблиця норм штучного часу

№	T _{охв}	T _д	T _{обс}	T _{відп.}	T _{шт}	пзап	T _{пз}	T _{шт.к}
005	2.219	0.86	0.05	0.06	1.44	315	16.5	1.49
010	6.8	0.91	0,17	0.11	3.09	315	78.7	3.33
015	8.1	0.7	0.45	0.15	10.5	315	17	10.55
020	0.2	1.05	1.25	0.023	1.348	315	14	1.392
030	2.64	1.23	0.14	0.07	1.77	315	24	1.846

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розробка пристрою

Затискний пристрій використовують при обробці 6 отворів $\varnothing 17H8$ на 015 операції

Пристрій складається з корпусу в якому розташований діафрагмений привід двусторонньої дії. Під час обробки деталь устанавлюється на оправку яка устанавлена в верхній частині корпусу по отвору $\varnothing 76$ мм. Для закріплення деталі стиснуте повітря подається в верхню порожнину приводу переміщуючи діафрагму в нижнє положення. При цьому переміщується вниз опорна шайба зі штоком, на кінці якого розташована гайка прижимає до торця деталі швидкоз'ємну шайбу. Деталь фіксується в необхідному положенні. По закінченню обробки стиснуте повітря подається в нижню частину приводу переміщуючи діафрагму в крайнє верхнє положення приводу. При цьому опорна шайба зі штоком також переміщується в верхнє положення, швидко з шайби вивільняється і деталь міняється на іншу.

В пристрої передбачено пружина яка прискорює хід штоку при заміні деталі. До столу верстата пристрій кріпиться за допомогою болтових з'єднань.

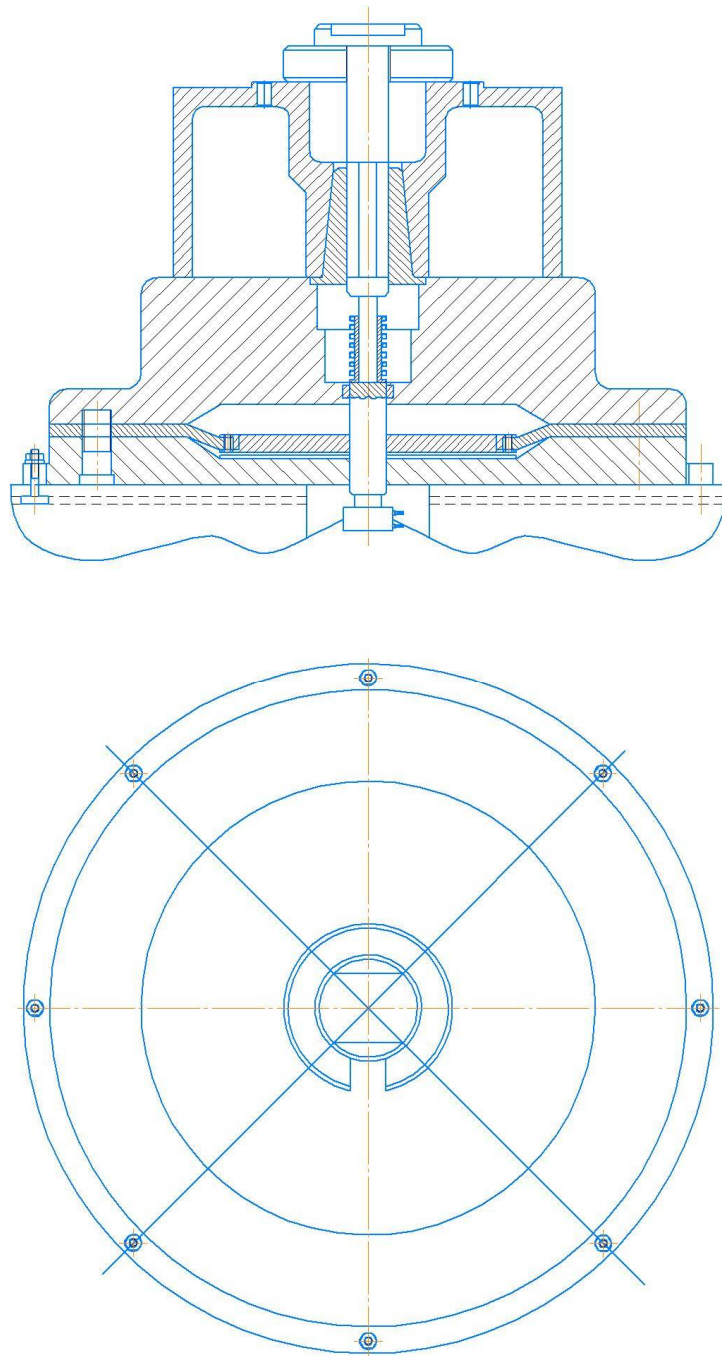


Рисунок 3.1 - Затискний пристрій

При свердлуванні діє сила осьова та момент кручення, сила затиску, що передається на деталь через з'ємну шайбу, діє в напрямку осової сили і допомагає затиску заготовки, пристикаючи її до опор. Момент кручення намагається вивернути заготовку з пристрою. Йому протидіє момент тертя.

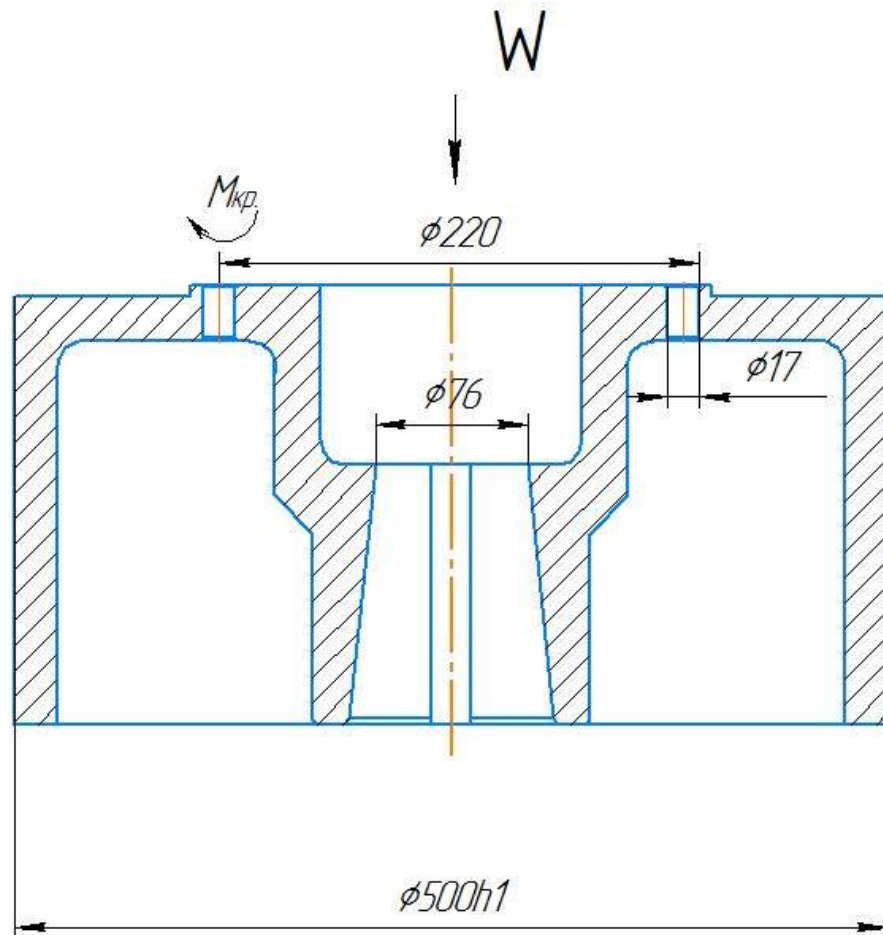


Рисунок 3.2 - Схема дії сил

Формула що визначає взаємодію сил:

$$(W + P_0)f \cdot r = \frac{2M_{кр}}{d} \cdot K \cdot R \quad (3.1)$$

Звідки

$$W = \frac{2K \cdot M_{кр} \cdot R}{dfr} - P_0 \quad (3.2)$$

де P_0 - осьова сила

$$P_0 = \frac{M_{кр}}{d} \quad (3.3)$$

Визначаю крутний момент та осьову силу. На підставі потужності різання розраховую для свердлування момент кручення

$$M_{кр} = \frac{N_p \cdot 9750}{P_f} = \frac{0,8 \cdot 9750}{400} = 19,5 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1950 \text{ кгс} \cdot \text{мм}$$

Осьова сила - P_o

$$P_o = \frac{M_{кр}}{r_{св}} = \frac{1950}{8} = 244 \text{ кгс}$$

де f - коефіцієнт сили тертя: показує на тертя між базовою поверхнею заготовки і установочними елементами пристрою, приймаємо від 0,25-0,45

K - коефіцієнт надійності затиску

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (3.4)$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт затиску для всіх випадків

$K_1 = 1,0$ - враховує стан поверхні заготовки

$K_2 = 1,5$ - враховує збільшення сил різання

$K_3 = 1,0$ - враховує силу різання при преривному різанні

$K_4 = 1,0$ - враховує постійність сили затиску

$K_5 = 1,0$ - враховується при використанні механізованого

Приводу

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,25$$

де r - відстань між крутним моментом та силою затиску

R - відстань осі свердла до осі заготовки

$$R = \frac{D - D1}{2} = 110 \text{ мм}$$

Тоді

$$W = \frac{2 \cdot 2,25 \cdot 1950 \cdot 40}{16 \cdot 0,45 \cdot 110} - 244 = 199,2 \text{ кгс}$$

Затискний механізм пристрою не має силового механізму, тому вихідне зусилля механізованого приводу

$$Q = \frac{W}{\eta}$$

де η - коефіцієнт витрат на тертя - 0,95

$$Q = \frac{199,2}{0,95} = 209,7 \text{ кгс}$$

В пристрої використовується мембранний механізм. Вихідне зусилля на штоці привода $Q=209,7$ кгс.

Розрахунок діпфрагменного пневмоприводу

Розраунок вихідного зусилля на штоці проводиться за формулою

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) Q \cdot \eta \quad (3.5)$$

де η - коефіцієнт корисної дії циліндру - 0,95

Q - тиск повітряв системі - 4-6 атм

Визначаю діаметр циліндру D

$$D = \frac{4Q}{\pi \cdot Q \cdot \eta} = \frac{4 \cdot 209,7}{14 \cdot 4 \cdot 0,95 \cdot 0,91} = 77,6 \text{ мм}$$

Приймаю по нормальному ряду

$$D = 100 \text{ мм}$$

Діаметр різьби на штоці - М16

d - діаметр штока - 25 мм

d₀ - діаметр повітряприводу - 10 мм

Розраховую фактичну величину вихідного зусилля

$$Q = \frac{3,14}{4} (100^2 - 25^2) \cdot 4 \cdot 0,95 = 27787,5$$

Визначаю час спрацювання пневмоприводу

$$t = \frac{D \cdot L}{d_0^2 \cdot V}, \text{ с} \quad (3.6)$$

де V - швидкість протікання повітря 1500-2000 см/с

L - хід поршня - 2-6 см

$$t = \frac{100 \cdot 5}{10^2 \cdot 2000} = 0,002 \text{ с}$$

Розраховуємо слабку ланку якою є різь М16*2

Матеріал різьбового з'єднання сталь 45 ГОСТ1050-88

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q}{\pi d^2} \leq [\sigma_p] \text{ кгс/мм} \quad (3.7)$$

де Q - розрахункове осьове навантаження кгс

d - діаметр різі

$[\sigma]$ - допускаєма напруга розтягування в кгс/мм

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 27787,5}{3,14 \cdot 16} = 2212,3 \text{ кгс/мм}$$

$[\sigma] = 2300 \text{ кгс/мм}$

Порівняємо фактичну напругу з допустимою

$[\sigma] = 2300 \text{ кгс/мм} > p = 2212,3 \text{ кгс/мм}$

Слабка ланка задовольняє умовам затиску.

3.2 Розрахунок різального інструменту (опис конструкції, вибір геометричних параметрів, вибір і розрахунок конструктивних елементів)

Розраховуємо і конструтуємо спіральне свердло з швидкоріжучої сталі з конічним хвостовиком для обробки сквзного отвору 16 мм $l = 25$ мм в заготовці з конструкційні вуглицевої сталі з граничною прочністю $B = 700$ МПа

(≈ 70 кгс/мм)

Визначаємо діаметр свердла по ГОСТ 19257-73, $\varnothing 16$ мм

З вище виконаних розрахунків режим обробки:

Глибина різання $t = 8$ мм

Подача при обробці $S_o = 0,25$ мм/об

Швидкість різання $V_f = 20$ м/хв

Осьова складаючої сили різання

$$P = 9.81 C_p D S_o K_{cr}$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{75}\right)^{0.75} = \left(\frac{70}{75}\right)^{0.75} = 0,95$$

$$P = 9,81 \cdot 68 \cdot 16 \cdot 0,25^{0.7} \cdot 0,95 = 3751 \text{ Н } (\approx 375,1 \text{ кгс})$$

Момент сил опору різанню (крутний момент)

$$M_{cp} = 9,81 C_m D^{ZM} S_o^{YM} K_{MM} \quad (3.8)$$

$$C_m = 0,0345; D^{ZM} = 16^2; S_o^{YM} = 0,25^{0.8}$$

$$K_{MM} = \left(\frac{\sigma_B}{75}\right)^{0.75} = 0,95$$

$$M_{cp} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,25^{0.8} \cdot 0,95 = 156,8 \text{ Нм}$$

$$(\approx 15600 \text{ кгс мм} = 15,6 \text{ кгс м})$$

Визначаємо номер конуса Морзе хвостовика

Осьову складаючу сили різання P_x можна розкласти на дві сили: Q - діючої нормально до абразуючої конуса $Q = \frac{P_x}{\sin\Theta}$; де Θ - кут конусності хвостовика, і силу R - діючу в радіальному напрямку і урівноважуючу реакцію на протилежній точці поверхні конуса.

Сила Q створює торкаючу T сили різання, з урахуванням коефіцієнта тертя поверхні конуса о стінки втулки μ

$$T = \mu Q = \frac{\mu P_x}{\sin\Theta} \quad (3.9)$$

Момент тертя між хвостовиком і втулкою

$$M_{\text{тр}} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 \Delta \theta) \quad (3.10)$$

Порівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різанню, тобто до моменту який утворюється при роботі затупившихся свердл, який збільшується у 3 рази у порівнянні з моментом, прийнятим для нормальної роботи свердла.

Відповідно буде:

$$3M_{\text{сп}} = M_{\text{тр}} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0.04 \Delta \theta) \quad (3.11)$$

Середній діаметр конуса хвостовика

$$d_{\text{сп}} = \frac{(D_1 + d_2)}{2} \quad (3.12)$$

або

$$d_{\text{сп}} = \frac{6M_{\text{сп}} \sin \theta}{\mu P_x (1 - 0.04 \Delta \theta)} \quad (3.13)$$

де $M_{\text{сп}} 156,8 \text{ Нм}$ ($\approx 15680 \text{ кгс мм}$) - момент опору сил різання;

$P_x = 3751 \text{ Н}$ ($\approx 375,1 \text{ кгс}$) - осьова складаюча сили різання;

$\mu = 0,096$ - коефіцієнт тертя сталі по сталі

Кут θ - для більшості конусів Морзе дорівнює приблизно $1^\circ 30'$;

$\sin 1^\circ 30' = 0,02618$;

$\Delta \theta = 5'$ - відхилення кута конуса;

$$d_{\text{сп}} = \frac{6}{0,096 \cdot 375,1 \cdot (1 - 0,2)} = 85,5 \text{ мм}$$

По ГОСТ 25557 - 82 вибираємо ближчий більший конус, тобто конус Морзе №2 з лапкою; зі слідуючими основними конструктивними розмірами:

$$D = 18 \text{ мм}, d_2 = 14 \text{ мм}; l_4 = 80 \text{ мм}, l = 16 \text{ мм};$$

$$\text{Конусність } 1 : 20,020 = 0,04996$$

Визначаємо довжину свердла.

Загальна довжина свердла L ; довжина робочої частини l_0 хвостовика і шийки l_2 можуть бути прийняті по ГОСТ10908-75* або ГОСТ 4010-77*,

$$L = 150 \text{ мм}, l = 60 \text{ мм}, d_1 = D_1 - 1,0 = 18 - 1.0 = 17 \text{ мм}$$

Визначаємо геометричні і конструктивні параметри робочої частини свердла. Кут насилу гвинтової канавки $\omega = 30^\circ$, Кут між ріжучими кромками $2\phi = 12^\circ$, $2\phi_0 = 70^\circ$. Задній кут $\alpha = 12^\circ$.

Кут нахилу поперечної кромки $\psi = 55^\circ$.

Розмір підточеної частини перемички: $A = 2,5 \text{ мм}, l = 5 \text{ мм}$.

Шаг гвинтової канавки

$$H = \frac{PD}{\text{tg}\omega} = \frac{3,14 \cdot 16}{\text{tg } 30^\circ} = 87 \text{ мм}$$

Товщина d_c сердцевини свердла вибираємо в залежності від діаметра свердла

$$d_c = 0,2 \cdot D = 0,2 \cdot 16 = 3,2 \text{ мм}$$

Потовщення сердцевини по напрямленню до хвостовика

1,4 - 1,8 мм на 60 мм довжини робочої частини свердла. Приймаємо це потовщення рівне 1,5 мм

Зворотня конусність свердла на 60 мм довжини робочої частини повинна бути 0,08 мм.

Ширину ленточки f_0 і висоту затилку по стінці K , це співвідношення до діаметра свердла $f_0 = 1,2 \text{ мм}, K = 0,6 \text{ мм}$.

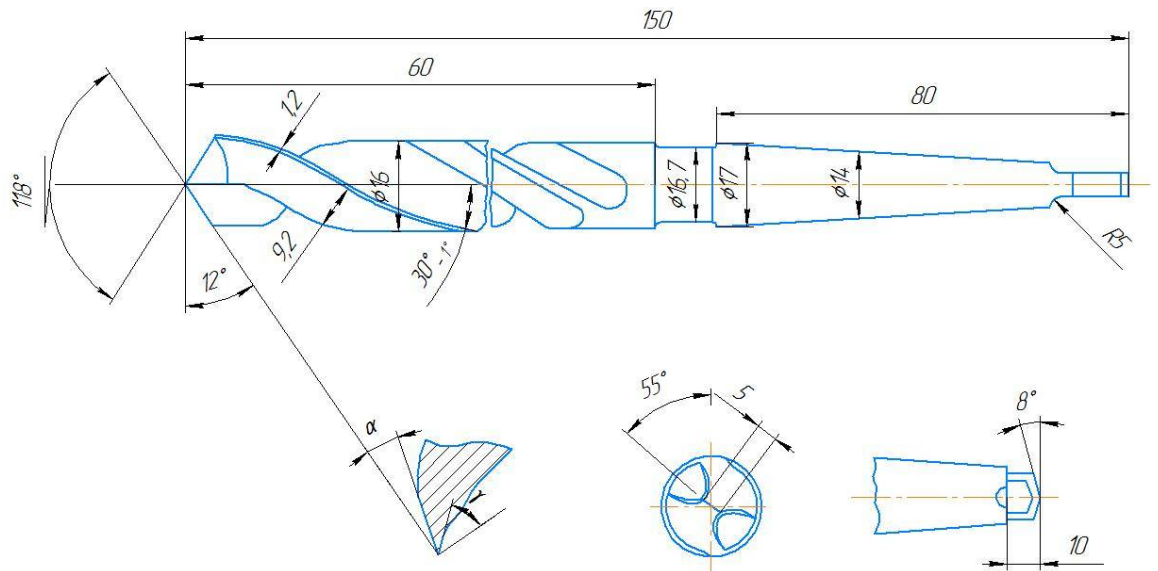


Рисунок 3.3 - Свердло

3.3 Розрахунок контрольно вимірювального пристрою

Пристрій для контролю осьового биття отворів $\varnothing 90$ мм. Контрольно-вимірювальний пристрій складається із корпусної плити на якій установленно 2 призми та упорний кутик який є упором. Деталь до упору установленно на призмах. Індикатор установленно на планці яка кріпиться до опори. До цієї ж опори закріплюється інша опора, на цій опорі розміщено важіль зі щупом, ліве плече важіля розташовано в контрольованому отворі, праве плече підпружинене і з'єднане із щупом індикатора який в разі необхідності показує відхилення на цифровій шкалі

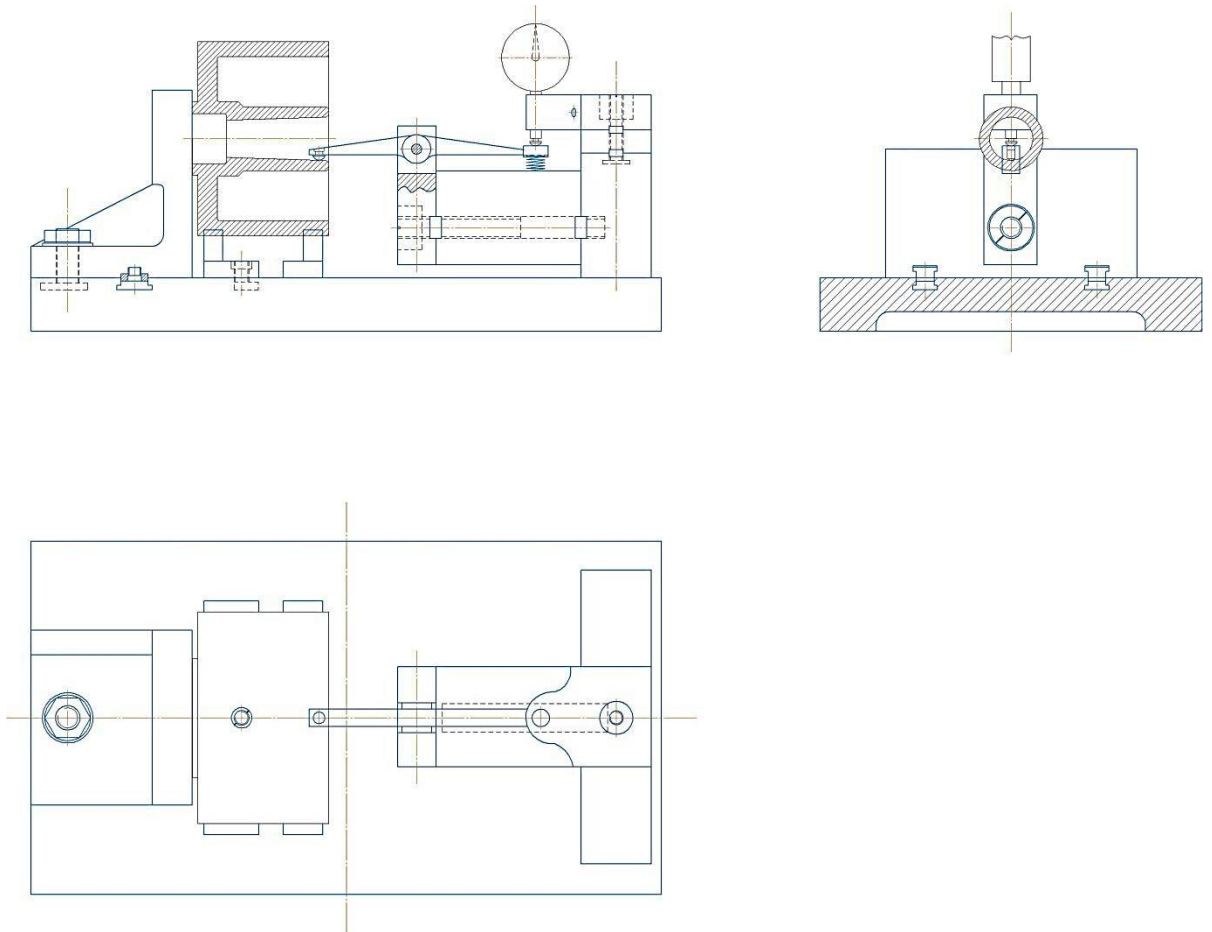


Рисунок 3.4 - Контрольно вимірювальний пристрій

Визначаємо точність спроектована контрольного пристрою

$$\omega \leq [\omega] \quad (3.14)$$

де ω - похибка контролю в пристрої

$$\omega = \varepsilon + \Delta_{п.з.} + \Delta_e + \Delta_{пр} \quad (3.15)$$

де ε - похибка установки деталі в контрольному пристрої. Так як контрольна база вісь є також базовою поверхнею при механічній обробці, то

$$\varepsilon = 0$$

де $\Delta_{п.з.}$ = похибка передаточних засобів приладу. Відхилення передаються в пристрої від поверхні деталі на індикатор безпосередньо.

$$\Delta_{п.з.} = 0$$

де Δ_e - похибка еталлоної деталі

$$\Delta_e = 0,005 \text{ мм}$$

де $\Delta_{пр}$ - похибка контрольного приладу.

$$\Delta_{пр} = 0,01 \text{ мм}$$

тоді маємо

$$\omega = 0 + 0 + 0,005 + 0,01 = 0,015 \text{ мм}$$

де $[\omega]$ - допустима похибка контролю, визначається в залежності від квалітету згідно ГОСТ 8,051 - 81

$$[\omega] = (0,2 \dots 0,38) \cdot T$$

T - допуск на параметр, що контролюється. Визначаємо по 8 ступені точності

$$[\omega] = 0,3 \cdot 80 = 0,024 \text{ мм}$$

Звідки

$$(\omega = 0,015) < ([\omega] = 0,024)$$

Пристрій задовільняє умовам контролю, а точність пристрою не повинен перевищувати 0,025мм

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок річного приведеного випуску деталей на дільниці.

Річний приведений випуск деталей $N_{пр}$, тобто умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості всіх деталей, закріплених за дільницею, визначаємо за формулою.

$$N_{пр} = \frac{\Phi_d \cdot K_z \cdot 60}{T_{шт} \left(1 + \frac{a}{100}\right)}, \quad (4.1)$$

де $\Phi_d = 3830$ год - дійсний фонд часу роботи обладнання

K_z - коефіцієнт завантаження обладнання;

Приймаємо $K_z = 0,85$, що характеризує достатньо повне використання обладнання і наявність необхідного резервного часу.

$T_{шт.в.}$ - норма штучного часу на ведучій операції

a - витрати часу на переналагодження ($a = 5\%$)

$$N_{пр} = \frac{3830 \cdot 0,85 \cdot 60}{1,44 \left(1 + \frac{5}{100}\right)} = 129186,5 \text{ шт}$$

З метою створення дільниці з необхідною кількістю обладнання приймаємо $N_{пр} = 130000$ шт

Розраховуємо річний обсяг деталі - представника

$$N_{д. пр} = \frac{N_{пр}}{K_{з.о. max}} \dots \frac{N_{пр}}{K_{з.о. min}}, \quad (4.2)$$

де $K_{з.о.}$ - коефіцієнт закріплення операцій, для середньосерійного виробництва $K_{з.о.} = 20 \dots 11$

$$N_{д. пр} = \frac{130000}{20} \dots \frac{130000}{11}$$

де $N_{д. пр.} = 6500 \dots 11818$ шт

Підтвержую $N_{д. пр.} = 10000$ шт

Кількість найменувань деталей, що обробляється на дільниці

$$M_{д} = \frac{N_{пр}}{N_{д. пр}} = \frac{130000}{10000} = 13 \text{ шт. найменувань}$$

4.2 Розрахунок необхідної кількості металорізальних верстатів і їх завантаження

Розрахунок кількості металорізальних верстатів визначаємо за формулою

$$C_p = \frac{T}{\Phi_{д} \cdot K_z \cdot K_n}, \text{ шт} \quad (4.3)$$

де T - трудомісткість приведеної програми;

$\Phi_{д}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання (для верстатів з ЧПК 3709 год, для універсальних - 3830 год)

K_z - коефіцієнт завантаження обладнання;

K_n - коефіцієнт використання норми

$$T = \frac{T_{шт.кN.пр}}{60}, \text{ н. год.} \quad (4.4)$$

Для операції 005:

$$T = \frac{1,49 \cdot 130000}{60} = 3228,3 \text{ н год}$$

$$C_p = \frac{T_n \text{ год}}{\Phi_d \text{ год}} = \frac{3228,3}{3709} = 0,87$$

Приймаємо

$$C_{пр} = 1$$

$$K_3 = \frac{0,87}{1} = 0,87$$

Інші розрахунки зводимо в таблицю.

У таблиці 3.1 привден розрахунок кількості металорізальних верстатів.

У таблиці 3.2 приведені відомості обладнання за проектом.

Таблиця 4.1 - Розрахунок кількості металорізальних верстатів

№ опер	Тип і модель верстата	Тшт.к. хв	T, н.год	Фд год	Ср шт	Спр шт	Кз
005	16К50Ф3	1,49	3228,3	3709	0,87	1	0,87
010	16К50Ф3	3,33	7215	3709	1,94	2	0,97
015	2Н150Ф2	10,5	22750	3709	6,13	7	0,87
020	7523	1,392	3016	3830	0,78	1	0,78
030	ЗБ12	1,846	3999,6	3830	1,04	1	1,04
Разом		18,558	40208		10,76	12	0,89

Таблиця 4.2 - Відомості обладнання за проектом

Тип і модель верстата	Габарит розмір мм	Кільк верст шт	Потужність кВт		Оптова ціна, грн	
			оного верстата	всіх верстатів	оного верстата	всіх верстатів
Токарний 16К50Ф3	4730*2160	3	30	90	255000	765000
Свердлильн 2Н150Ф2	1290*875	7	7,5	52,5	40200	281400
Протяжний 7523	6,0*2,0	1	18,5	18,5	97500	97500
Шліфувальний ЗБ12	2,6*1,75	1	3	3	40600	40600
Разом		12		163,7		1184500

У таблиці 4.3 приведен розрахунок кількості металорізальних верстатів за заводським технологічним процесом.

Таблиця 4.3 - Розрахунок кількості металорізальних верстатів за заводським технологічним процесом

№опе р	Тип і модель верстата	Тшт.к хв	Т, н.год	Фд год	Ср шт	Спр шт	Кз
005	1531	2,5	5416	3830	1,4	2	0,7
010	164	2,6	5633	3830	1,47	2	0,73
015	1ПЗ65	2,5	5416	3830	1,4	2	0,7
020	163	2,2	4766	3830	1,24	2	0,62
025	163	2,2	4766	3830	1,24	2	0,62
030	163	2,2	4766	3830	1,24	2	0,62
035	7Б57	1,392	3016	3830	0,78	1	0,78
040	2Н55	11,2	24266	3830	6,33	7	0,9
045	2Н55	11,1	24264	3830	6,33	7	0,9
050	3А164	1,846	3999,6	3830	1,04	1	1,04
Разом		39,8	86308		22,47	28	0,8

У таблиці 4.4 приведені відомості обладнання за технологічним процесом.

Таблиця 4.4 - Відомості обладнання за технологічним процесом

Тип і модель верстата	Габарит розмір мм	Кільк верст шт	Потужність кВт		Оптова ціна, грн	
			оного верстата	всіх верстатів	оного верстата	всіх верстатів
Токарний 1531М	3,0*2,44	2	30	60	176400	352800
Токарний 164	5,78*2,0	2	22	44	85800	171600
Токарний 1ПЗ65	4,23*1,9	2	22	44	73600	147200
Токарний 163	5,78*2,0	6	22	132	85800	514800
Свердлильний 2Н55	2,4*1,0	14	4	56	45900	642600
Шліфувальний 3А164	4,1*2,1	1	7,5	7,5	55300	55300
Протяжний 7Б57	6,0*1,43	1	13	13	42500	42500
Разом		28		365,5		1926800

4.3 Організація і розрахнок багатостанкового обслуговування

Багатостанкове обслуговування є одним з напрямків підвищення продуктивності праці, так як сприяє скороченню чисельності робітників і зростанню продуктивності праці.

Багатостанкове обслуговування можливе на верстатах з високим рівнем автоматизації. Кількість верстатів - дублерів, які може обслуговувати один робітник (С) розраховується за формулою:

$$\text{Сб. розр.} = \frac{T_{\text{м.авт}}}{T_{\text{руч.}}} + 1, \text{ шт} \quad (4.5)$$

де $T_{\text{м.авт.}}$ - машинно-автоматичний час, хв

$T_{\text{руч.}}$ - час виконання різних заходів, а також час спостереження за роботою верстата і час на перехід від верстата, хв

Для верстатів з ЧПК:

$$T_{\text{ц. а.}} = T_0 + T_{\text{м. д.}} \quad (4.6)$$

$$T_{\text{руч.}} = T_{\text{д.}} + T_{\text{обс.}} + T_{\text{відп.}} + T_{\text{пер.}} \quad (4.7)$$

де $T_{\text{пер}}$ - час на перехід від верстата до верстата (0,5 - 1,0 хв)

У таблиці 4.5 приведені можливості багатостанкового обслуговування.

Таблиця 4.5 - Можливості багатостанкового обслуговування.

№ опер	Тип і модель верстата	$T_{\text{м.авт}}$ хв	$T_{\text{руч.}}$	Сброзр шт	Сприйн.
010	16К50Ф3	0,91	1,89	1,48	2
015	2Н150Ф2	0,7	1,37	1,51	2

4.4 Розрахунок площі ділянки

Площа ділянки ($S_{діл.}$) складається з виробничої ($S_{вир}$) та допоміжної ($S_{доп}$) площі :

$$S_{діл} = S_{вир} + S_{доп}, м^2 \quad (4.8)$$

$$S_{вир} = \sum P_i ; \quad (4.9)$$

$$P_i = a \cdot v \cdot K_{доп} \cdot C_{пр}, м \quad (4.10)$$

де $K_{доп}$ - коефіцієнт допоміжної площі.

$$\begin{aligned} \sum P_i &= 4,7 \cdot 2,1 \cdot 3,5 \cdot 3 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 7 + 6 \cdot 2 \cdot 3,5 \cdot 1 + 2,6 \cdot 1,7 \cdot 4,5 \cdot 1 = \\ &= 199,09 м \end{aligned}$$

$$S_{доп} = S_{скл} + S_{ірк} + S_{контр} + S_{поб}, м^2 \quad (4.11)$$

де $S_{скл}$ - площа матеріального складу та складу напівготової продукції. (приймаємо в розмірі 15% від $S_{вир}$)

$$S_{скл} = 0,15 \cdot 199,09 = 29,8 м$$

$S_{ірк}$ - площа інструментально-роздаткової комори (розраховуємо з нормативу 0,65м на 1 верстат)

$$S_{ірк} = 0,65 \cdot 12 = 7,8 м$$

де $S_{контр}$ - площа контрольного пункту,

$$S_{\text{контр}} = 6 \text{ м}^2$$

де $S_{\text{поб}}$ - побутова площа (визначаємо з розрахунку $1,22 \text{ м}^2$ на 1 робітника в найбільшій зміні)

$$S_{\text{поб}} = 1,22 \cdot 8 = 9,76 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{доп}} = 29,8 + 7,8 + 6 + 9,76 = 53,36 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{діл}} = 199,09 + 53,36 = 252,45 \text{ м}^2$$

Так само розраховуємо площу дільниці за технологічним процесом :

$$S_{\text{вир}} = \sum P_i = 3 \cdot 2,4 \cdot 4 \cdot 2 + 5,7 \cdot 2 \cdot 3,5 \cdot 2 + 4,2 \cdot 1,9 \cdot 4 \cdot 2 + 5,7 \cdot 2 \cdot 3,5 \cdot 6 + \\ + 2,4 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 14 + 4,1 \cdot 2,1 \cdot 4 \cdot 1 + 6 \cdot 1,4 \cdot 4 \cdot 1 = 676,6 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{скл}} = 0,15 S_{\text{вир}}, \text{ площа складу}$$

$$S_{\text{скл}} = 0,15 \cdot 676,6 = 101,4 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{ірк}} = 0,65 \cdot S_{\text{спр}}, \text{ площа інструментальної кладової}$$

$$S_{\text{ірк}} = 0,65 \cdot 28 = 18,2 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{контр}} = 6 \text{ м}^2 \text{ площа на одного контролера}$$

$$S_{\text{поб}} = 1,22 \text{ м}^2 \text{ побутова площа}$$

$$S_{\text{поб}} = 1,22 \cdot 8 = 9,76 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{доп}} = 101,4 + 18,2 + 6 + 9,76 = 135,36 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{діл}} = 676,6 + 135,36 = 811,96 \text{ м}^2$$

4.5 Організація транспортування деталей на дільниці

На вибір транспортних засобів дільниці впливає характер технологічного процесу, габарити і маса оброблюваних деталей, види і кількість обладнання. Передача заготовок із заготівельної дільниці на проєктовану і передача оброблених деталей на дільницю складання виробів проводиться електрокарами з підйомними платформами вантажопідйомністю 1 тонна, які мають швидкість від 6 до 15 км/год

Передача заготовок між операціями проводиться транспортними партіями кількістю 315 шт в металевій тарі ящичного типу вантажопідйомністю 180 кг

Для ремонту обладнання передачі транспортної тари використовуємо мостовий кран вантажопідйомністю 10 тонн.

Стружка від верстатів видаляється підпільним скребковим конвеєром КСС-500, який розташований з тильного боку верстатів, безпосередньо до дільниці її переробки і брикетування.

4.6 Розрахунок чисельності виробничих робітників дільниці.

Чисельність виробничих робітників розраховуємо за кожною професією і розрядом (за операціями), виходячи з трудомісткості робіт за рік за формулою:

$$R_{\text{вир}} = \frac{T}{F_{\text{др}} \cdot C_{\text{б}}}, \text{ чол} \quad (4.12)$$

де Фдр - дійсний річний фонд часу для робітника

$$R_{\text{вир}005} = \frac{3228,3}{1860 \cdot 1} = 1,73$$

приймаємо $R_{\text{вир}005} = 2$ чол

Інші розрахунки зводимо до таблиці.

У таблиці 4.6 приведен розрахунок чисельності виробничих робітників.

Таблиця 4.6 - Розрахунок чисельності виробничих робітників

№	С _п р шт	професія робітника	Тари ф розр	Т,н.го д	Фд.р г	С б	R _{ви р чол}	Чисельність робітників		
								всьог о	із м	2з м
005	1	Токар	4	3228,3	1860	1	1,73	2	1	1
010	2	Токар	4	7215	1860	2	1,93	2	1	1
015	7	Свердловщи к	3	22750	1860	2	6,1	7	4	3
020	1	Протяжник	3	3016	1860	1	1,6	2	1	1
030	1	Шліфовщик	4	3999,6	1860	1	2,15	3	2	1
Разо м	12			40208, 9				16	9	7

Середній розряд виробничих робітників визначаємо за формулою:

$$I_{\text{сер}} = \frac{\sum(i R_{\text{вир}})}{\sum R_{\text{вир}}}, \quad (4.13)$$

де i - розряд робітника

$$I_{\text{сер}} = \frac{4 \cdot 7 + 3 \cdot 9}{16} = 3,4$$

Продуктивність праці робітників виробничої дільниці визначаємо за формулою :

$$P_{пр} = \frac{T_{р\dot{ч}.заг}}{\Sigma R_{вви}} = \frac{40208}{16} = 2513 \text{ н. год/чол}$$

4.7 Розрахунок чисельності допоміжних робітників дільниці.

Кількість допоміжних робітників визначаємо у відсотковому співвідношенні від загальної кількості основних виробничих робітників (для серійного виробництва (15...25 %)).

$$R_{доп} = \frac{15...25}{100} \Sigma R_{вви}; \text{чол} \quad (4.14)$$

$$R_{доп} = \frac{20}{100} 16 = 2 \text{ чол}$$

Приймаємо $R_{доп} = 2$ чол

Розраховану кількість допоміжних робітників розподіляємо за професіями :

- налагоджувальник-технологічного устаткування - 1 чол
- транспортний робітник - 1 чол

4.8 Розрахунок чисельності керівник і спеціалістів дільниці.

Кількість керівників, спеціалістів і службовців розраховуємо у відсотковому співвідношенні від кількості основних та допоміжних робітників :

Керівник

$$R_{кер} = 0,05 (R_{вир} + R_{доп}) \quad (4.15)$$

$$R_{кер} = 0,05 (16 + 2) = 0,9 \text{чол}$$

Приймаємо $R_{кер} = 1 \text{чол}$

Спеціалістів

$$R_{спец} = 0,08 (R_{вир} + R_{доп}) \quad (4.16)$$

$$R_{спец} = 0,08 (16 + 2) = 1,44 \text{чол}$$

Приймаємо $R_{спец} = 2 \text{чол}$

Службовців

$$R_{сл} = 0,03 (R_{вир} + R_{доп}) \quad (4.17)$$

$$R_{сл} = 0,03 (16 + 2) = 0,54$$

Приймаємо $R_{сл} = 1 \text{чол}$

Розраховану кількість розподіляємо за професіями :

Керівник - майстр - 1 чол

Спеціалісти - інженер - технолог - 1 чол

Спеціалісти - інженер - нормувальник - 1 чол

Службовці - табельник - 1 чол

4.9 Розподіл чисельності працівників ділянки за категоріями.

Загальну кількість виробничих і допоміжних робітників, керівників, спеціалістів і службовців зводимо до таблиці.

У таблиці 4.7 зведена таблиця працівників ділянки.

Таблиця 4.7 - Зведена таблиця працівників дільниці

№	Категорія працівників	Кількість працівників			У відсотках від загальн кількост
		Всього	У тому числі		
			1 зміна	2 зміна	
1	Основні виробничі робітники	16	9	7	73
2	Допоміжні робітники	2	1	1	10
3	Керівники	1	1	-	3,5
4	Спеціалісти	2	1	1	10
5	Службовці	1	1	-	3,5
	Разом	22	13	9	100

4.10 Розрахунок тривалості технологічного циклу.

Деталі між операціями передаються партіями у кількості 315шт тому вид руху деталей в процесі виробництва паралельно - послідовний.

Тривалість технологічного циклу розраховуємо за формулою:

$$T_{ц} = n \Sigma - (n - n_{п}) \Sigma T_{кор} \quad (4.18)$$

$$T_{ц} = 315 \left(\frac{1,49}{1} + \frac{3,33}{2} + \frac{10,35}{17} + \frac{1,392}{1} + \frac{1,846}{1} \right) - (315 - 32) \\ (1,49 + 1,47 + 1,39) = 1241,7 \text{ хв}$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

5.1 Характеристика дільниці

Дільниця повинна відповідати таким показниками

- це важкий об'єм
- розміри дільниці повинні бути відповідно з вимогами санітарії
- площа виробничих приміщень повинна бути не менше 4,5 м на одне робоче місце, а об'єм - не менше 15 м.

Дільниця призначена для механічної, обробки деталей типу тіл обертання. Технологічний процес включає операції : токарну для чого дільниці установлені відповідно : 3 токарних 16К50Ф3, 7 свердлильних 2Н150Ф2, 1 протяжний 7523 та 1 шліфувальний 3Б12

Дільниця працює в 2 зміни, число працюючих в зміну 9 чол

Розміри дільниці установлені виходячи з габаритів установлення, вимог техніки безпечності і санітарних норм. Довжина дільниця 24 м, ширина 12 м, висота 7 м. Дільниця розташована в приміщенні цеху довжиною м ; і шириною м.

5.2 Техніка безпеки

5.2.1 Організація охорони праці на дільниці

На дільниці можливі нещасні випадки, пов'язані з несправним устаткуванням і порушенням правил експлуатації верстатів, захаращеністю площі дільниці та інші. Можливо також ураження працюючих електричним струмом.

Відповідальним за охорону праці на дільниці являється його керівник, а в змінах - майстри дільниці.

З ціллю попередження нещасних випадків і професіональних захворювань передбачається навчання працюючих правилом безпеки по системі інструктажів.

Працівники дільниці проходять слідуючі види інструктажів :

Вступний - при вступі на працю проводиться в кабінеті охорони праці інженером відділу охорони праці :

Первинний на робочому місці - перед допуском проводить майстер з практичним показом безпечних прийомів і методів праці :

Повторний - не рідше, чим через кожні 6 місяців проводить майсер з ціллю підвищення рівня знань працюючими правил і інструкцій по техніки безпеки;

Позаплановий - проводить майсер при зміні технологічного процесу або норм по охороні праці, при порушенні працюючими.

Цільовий - проводиться з працівниками перед виконанням ними робіт по нарядам - допускам.

Відомості про проведення інструктажів фіксується в журналах реєстрації або в нарядах допусках з оформленням їх підписами інструктажів.

Медобслуговування працівників дільниці виконується заводською амбулаторією, на дільниці установлюється аптечка. Працівники навчаються прийомам подання першої допомоги потерпілим.

5.2.2 Технічні засоби запобігання травматизму

Проектом передбачається використання на дільниці верстатів, виготовлених в точній відповідності з вимогами ГОСТ 12.2009 - 80 ССБТ "Общие требования безопасности".

Верстати забезпечені необхідними кожухами, огорожами, захисними екранами, стружкоуловлювачами, кнопковим керуванням. Частина устаткування, які нормально не знаходяться під напругою заземлюються.

Устаткування дільниці розміщено з додержанням установлених нормативами відстаней виробничого переміщення, з додержанням ширини проходів (1 м) і проїздів (3 м).

Проходи і проїзди утримуються в чистоті, заборонено їх захаращення, межі проходів і проїздів позначаються світлими металічними кнопками.

Передбачена раціональна організація кожного робочого місця. Працівники дільниці забезпечуються спецодягом по табелю і захисним і окулярами.

5.2.3 Електробезпе́чність

Устаткування дільниці живиться струмом напругою 380 В, мережа загального освітлення - 220 В, місцевого 36 В.

Всі електроустановки улаштовуються у повній відповідності з ПБЕ, устаткування дільниці заземлюється.

Внутрішній контур заземлення, до якого підключаються корпуси обладнання, укріплюється на стінах приміщення в 20 см від підлоги. Зовнішній контур розташовується на глибині 0,7 м з виносним розташуванням заземлювачів.

Пристосовано до силової мережі з ізолюваною нейтраллю робимо розрахунок захисного заземлення. Приймаємо : максимально допустимий по ПБЕ опір заземлюючого контуру $R_z = 40 \text{ м}$; заземлювачі (електроди) з кутикової рівнобокої сталі , довжина заземлювачів 2,8 м ; питомий опір ґрунту $\rho = 1,6 \cdot 10^4 \text{ О м см}$ зовнішній контур виконується сталлю штабою перерізом 4x40 мм:

Еквівалентний діаметр кутикової сталі

$$d_e = 0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ см}$$

По номограмі визначаємо опір одночасного заземлювача.

Він становить $R_0 = 9,56 \text{ Ом}$

Потрібна кількість заземлювачів

$$P_{\text{св}} = \frac{R_0 \cdot \eta_{\text{с}}}{R_3 \cdot \eta_{\text{е}}} = \frac{9,56 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,9} = 2,9$$

де $\eta_{\text{с}}$ - коефіцієнт сезонності;

$\eta_{\text{е}}$ - коефіцієнт екранування заземлювачів

Приймаємо до установлення 3 заземлювач

Довжина з'єднувальної штаби

$$L_{\text{п}} = 1,05 a_{\text{п}} = 1,05 \cdot 2 \cdot 2,8 \cdot 3 = 17,64 \text{ мм}$$

де a - відстань між сусідніми заземлювачами, м

По графіку знаходимо опір з'єднувальної штаби. Він складає

$$R_{\text{п}} = 9,7 \text{ Ом}$$

Визначаємо результативний опір проектуемого захисного заземлювача.

$$R_{\text{зр}} = \frac{1}{\frac{\eta_{\text{ев}}}{R_{\text{п}}} + \frac{n \cdot \eta_{\text{е}}}{R_0}} = \frac{1}{\frac{0,6}{9,7} + \frac{0,9 \cdot 3}{9,56}} = 1,1 \text{ Ом}$$

де $R_{\text{п}}$ - опір з'єднувальної штаби, Ом

R_0 - опір одиночного заземлювача, Ом

n - число заземлювачів, шт

$\eta_{\text{е}}$ - коефіцієнт екранування заземлювачів (0,7 - 0,9)

$\eta_{\text{ев}}$ - коефіцієнт взаємного екранування між заземлювачами і з'єднувального штабою (0,6 - 0,8).

Розраховане заземлення задовольняє, так як

$$R_{зр} < R_{з}$$

5.2.4 Правила безпеки на робочому місці

Проектом передбачено додержання верстатниками слідуючих правил безпеки.

- утримувати робоче місце в чистоті і порядку;
- перед початком роботи і на протязі дня періодично перевірити справність верстата і допоміжних пристосувань;
- працювати у відповідному спецодязі і головному уборі;
- стерегтися рухомих неогорожених частин верстата;
- не брати і не подавати предмети через верстат при його роботі;
- користуватися захисними окулярами і екранами.

5.3. Промислова санітарія

5.3.1. Мікроклімат дільниці

Для забезпечення здорових умов праці на дільниці передбачено додержання слідуючих середніх параметрів мікроклімату: в холодний і перехідний період року - температура повітря 18 - 25 С, відносна вологість повітря 60-40% ; швидкість руху повітря не більше 0,2м/с; в теплий період року - температура повітря 21 - 25 С, відносна вологість 60 - 40 % швидкість руху повітря не більше 0,3м/с.

5.3.2 Опалення і вентиляція виробничого приміщення

Опалення виробничого приміщення намічається повітряне з використанням опалювально - рециркуляційного агрегату типу ОДІ, який встановлюється в одному з торців виробничого приміщення.

Вентиляція передбачається природна через фрамуги світлових прорізів і механічна витяжна з допомогою вентиляційної установки.

Виконуємо розрахунок механічної вентиляції при об'ємі виробничого приміщення $V = 1765\text{м}^3$ коефіцієнти кратності повітрообміну $K = 1,5$ і напорі вентилятора $H=55\text{ кгс/м}$

$$Q = K \cdot V = 1,5 \cdot 1765 = 2647,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

По продуктивності і напору приймаємо вентилятор загального призначення радіального типу В - Ц4 - 70 N1,5 з продуктивністю $Q_b = 5000\text{м}^3/\text{год}$, напором (тиск) $H_b = 52\text{ кгс/м}$ і коефіцієнтом корисної дії $\eta_b = 0,78$

Визначаємо потужність

$$N = K_z = 1,1 = 1,05 \text{ кВт}$$

де K_z - коефіцієнт запасу потужності двигуна;

η_p - коефіцієнт корисної дії передачі.

Приймаємо до встановлення електродвигун (5) типу 4А80В4 потужністю $N = 1,5\text{ кВт}$ і число обертів $n = 1410\text{ об/хв}$

5.3.3 Освітлення дільниці

Проектом передбачається забезпечення дільниці природним і штучним освітленням.

Природне освітлення намічається бокове. При розряді приміщення за зоровими умовами роботи і її відношення площі зашкленних прорізів до площі дільниці рекомендується приймати від 1 : 5 по 1 : 6.

Приймаємо це відношення рівним 1 : 5. Тоді площа світлових прорізів повинна бути рівною.

$$S_{св} = \frac{S_{п}}{5} = \frac{252,4}{5} = 50,48 \text{ м}$$

По умовам планування ділянки намічаєм освітлення її природним світлом за допомогою семи застелених простінків, кожний розміром 2х3,5 м.

Штучне освітлення намічаєм комбіноване світильниками з лампами розжарювання.

Приводимо розрахунок штучного освітлення.

Виходячи з розміру об'єктів розрізнення 0,5 - 1 мм для розряду робіт IVГ норми освітлення робочих поверхонь складають при комбінованому освітленні 300 лк, при загальному 150 лк (лампи розжарювання).

Загальне освітлення

При висоті ділянки $H = 7\text{ м}$, відстань світильника від стелі $h_c = 0,8\text{ м}$ і висоті робочого місця верстатника $h_{рм} = 1,2\text{ м}$ і висота підвісу світильника складе.

$$H_c = H - h_c - h_{рм} = 7 - 0,8 - 1,2 = 5\text{ м}$$

Приймаєм прямокутне розташування світильників з металогалогенними лампами, для яких відстань між світильниками.

$$L = 1,5 \cdot H_c = 1,5 \cdot 5 = 7,5\text{ м}$$

Кількість світильників

$$n = \frac{S}{L^2} = \frac{252,4}{7,5^2} = 4,4 \text{ шт}$$

Приймаємо 5 світильників

Показник приміщення

$$\rho' = \frac{ab}{Hc(a+b)} = \frac{252,4}{5(12+24)} = 1,5$$

де а і в - відповідно довжина і ширина ділянки

Коефіцієнт використання світлового потоку буде рівен $c = 0,35$.

Світловий потік одного світильника

$$F_p = \frac{E_n S k z}{\eta c П} = \frac{110 \cdot 252,4 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,35 \cdot 5} = 28557 \text{ лм}$$

де E_n - норма загального освітлення, лм

k - коефіцієнт запасу світлового потоку;

z - кофіцієнт нерівномірності освітлення.

По світловому потоку вибираєм для загального освітлення металогалогена лампи типу Г - 220-1500 з світловим потоком $F_\phi = 29000$ лм

При прийнятих лампах фактична освітленість робочих місць світильниками загального освітлення становить.

$$E_\phi = E_n - \frac{F_\phi}{F_{p\phi}} = 110 - \frac{29000}{28557} = 111 \text{ лк}$$

що цілком задовільняє вимогам проекту і санітарних норм місцевого освітлення

$$E_m = E_k - E_o = 300 - 111 = 189 \text{ лк}$$

де E_k - норматив освітленості комбінованим освітленням, лк

E_o - фактична освітленість загальним освітленням, лк.

Необхідний світловий потік світильника місцевого освітлення.

$$F_m = E_m S_{pm} = 189 \cdot 1,5 = 283 \text{ лм}$$

де S_{pm} - освітлюєма місцевим освітленням площа робочого місця, м

По потрібному світловому потоку вибираємо лампу світильник місцевого освітлення з відбивним дифузним шаром. Тип лампи - світильника мод МЛ - 2*40, напруга $U = 36 \text{ В}$, потужність $N = 40 \text{ Вт}$

5.3.4 Охорона навколишнього середовища

Елементи забруднення навколишнього середовища на ділянці, що проектується, можуть бути, в основному, металічна стружка, пил шліфувального верстата, мастила і механічні домішки емульсії, вода з завислими домішками від прибирання ділянки.

З ціллю попередження забруднення навколишнього середовища виробничою діяльністю ділянки проектом передбачається :

- обов'язкове надійне обладнання верстатів стружкоуловлювачами, подальша обробка стружки, її брикетування і відправлення на переплавку ;
- мастильно-охолоджуюча рідина (емульсія) повинна без витікань направлятися в піддони-відстійники і повторно використовуватись ;
- шліфувальний верстат обладнується відсмоктувачем пилу і уловлюванням в рукавному фільтрі ;
- витяжний вентилятор забезпечується циклом для установаження механічних домішок повітря ;
- відпрацьована емульсія і вода від періодичного вологого прибирання приміщення направляється в загальнозаводські очисні спорудження.

5.4 Протипожежний захист

Пожежі на виробництві викликають велику безпеку для працюючих і спричиняють серйозні матеріальні збитки народному господарству.

Тому протипожежному захисту підприємстві цехів і дільниць повинна приділятися належна увага.

Велику роботу по пожежній профілактиці, тобто попередженню пожеж, проводять органи державного пожежного нагляду держави. Відповідними законодавчими документами передбачається відповідальність працівників за стан пожежної охорони, навчання працюючих елементів протипожежного захисту, організацію добровільних пожежних дружин (ДПД), забезпечення виробничих об'єктів засобами пожежогасіння і інше.

Проектом передбачена на дільниці пожежна сигналізація складається з плану евакуації при пожежі.

По вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпечності дільниці, яка проектується, відноситься до виробництва категорії "Д", яке характеризується наявністю неспалених речовин і матеріалів в холодному стані.

Виробниче приміщення проектуємої дільниці по вагоностійкості відносим до її ступені вагоностійкості.

На дільниці можливе загорання електроустаткування, мастильних і обтиральних матеріалів.

Для ліквідування можливих загорянь на дільниці передбачений пожежний кран (ПК) з шлангом довжиною 20м і пожежним стволом, а також типовий протипожежний стенд з вуглекислотним вогнегасником ОУ - 5, піневим вогнегасником ОХП - 10, запасом і піску.

6 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

6.1 Розрахунок річного фонду споживання виробничих робітників

Для оплати праці робітників на дільниці, що проектується, застосовується відрядно - преміальна форма оплати праці. Така форма оплати заохочує зростання продуктивності праці, покращення якості випускаємих виробів.

Фонд заробітної плати виробничих робітників складається з основної і додаткової заробітної плати.

$$Z_p = Z_{op} + Z_{dr}, \text{ грн} \quad (6.1)$$

Річний фонд основної заробітної плати виробничих робітників (відрядників) визначається за формулою:

$$Z_{op} = Z N_{pr}, \text{ грн} \quad (6.2)$$

де N_{pr} - річний приведений обсяг випуску деталей, шт

Z_o - основна заробітна плата виробничих робітників за деталь, грн

Визначається за формулою:

$$Z_o = Z_t \eta_{pr} = \Sigma(P_v K_{ko}) - \eta_{pr}, \text{ грн} \quad (6.3)$$

де Z_t - заробітна плата за тарифом за одну деталь, грн

η_{pr} - коефіцієнт, що враховує приробинок

$$\eta_{pr} = 1,4$$

Рв - відрядна розцінка на операцію, грн

$$Рв005 = \frac{T_{ст} T_{шт.к}}{60} = \frac{5,53 \cdot 1,49}{60} = 0,11 \text{ грн};$$

Де $T_{ст}$ - тарифна ставка відповідного розряду, грн

t - кількість операцій технологічного процесу,

Кб.о.- коефіцієнт, що враховує багатостататне обслуговування

У таблиці 6.1 приведен розрахунок тарифної заробітної плати.

Таблиця 6.1 - Розрахунок тарифної заробітної плати

№	Штучно час	Розряд роботи	Годинно-тарифна ст. грн	Відрядна розцінка, Рв грн	Коефіцієнт багатостатат обл. Кб.о.	Рв Кб.о. грн
005	1,49	4	4,53	0,11	1	0,11
010	3,33	4	4,53	0,25	0,65	0,1625
015	10,35	3	4,08	0,7	0,65	0,455
020	1,392	3	4,08	0,09	1	0,09
030	1,846	4	4,53	0,13	1	0,13
Разом						0,9475

Основна заробітна плата за деталь (проект)

$$Зо.дет = 0,9475 \cdot 1,5 = 1,42 \text{ грн}$$

У таблиці 6.2 приведен розрахунок заробітної плати по базовому варіанту.

Таблиця 6.2 - Розрахунок заробітної плати по базовому варіанту

№	Штучно-кальк. час	Розряд роботи	Годинно-тарифна ставка, грн	Відрядна розцінка, Рв грн	Кб.о.	Рв Кб.о. грн
005	2,5	4	4,53	0,18	1	0,18
010	2,6	4	4,53	0,19	1	0,19
015	2,5	4	4,53	0,18	1	0,18
020	2,2	4	4,53	0,16	1	0,16

Продовження таблиці 6.2

025	2,2	4	4,53	0,16	1	0,16
030	2,2	4	4,53	0,18	1	0,16
035	1,392	4	4,53	0,105	1	0,105
040	11,2	3	4,08	0,76	1	0,76
045	11,1	3	4,08	0,75	1	0,75
050	1,846	3	4,08	0,125	1	0,125
Разом						2,77

Основна заробітна плата за деталь

$$З_0.дет = 2,77 \cdot 1,3 = 3,601 \text{ грн}$$

Річний фонд основної заробітної плати виробничих робітників (проект)

$$З_0 = 1,42 \cdot 130000 = 184600 \text{ грн}$$

Річний фонд додаткової заробітної плати виробничих робітників включає оплату чергових і додаткових відпусток, оплату часу виконання державних і громадських обов'язків та інші виплати, передбачені законодавством про працю.

Річний фонд додаткової заробітної плати в розмірі 12% від основної заробітної плати

$$З_д.р. = 0,20 \cdot З_0.р. = 0,20 \cdot 184600 = 36920 \text{ грн}$$

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників

$$З_р = 36920 + 184600 = 221520 \text{ грн}$$

Середньомісячна заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$Z_{\text{сер. міс}} = \frac{Z_p}{\Sigma R_{в12}} = \frac{221520}{16 \cdot 12} = 1153,75 \text{ грн}$$

6.2 Розрахунок річного фонду споживання допоміжних робітників

Розрахунок прямого фонду заробітної плати допоміжних робітників здійснюємо через ефективний фонд часу роботи одного робітника 1 годину тарифну ставку відповідного розряду:

$$Z_{\text{о. дет}} = R_{\text{доп}} \Phi_{\text{др}} T_{\text{ст}}, \text{ грн} \quad (6.4)$$

де $R_{\text{доп}}$ - кількість допоміжних робітників одного розряду, чол

$\Phi_{\text{др}}$ - ефективний річний фонд роботи робітників

$T_{\text{ст}}$ - тарифна ставка відповідного розряду, грн

Доплати до прямого фонду допоміжних робітників беремо в відсотках від прямого фонду : для слюсарів - ремонтників і наладчиків технологічного обладнання - 25%, для транспортних робітників - 15%.

Додаткову заробітну плату визначаємо в розмірі 10% від основного фонду заробітної плати допоміжних робітників.

У таблиці 6.3 приведен розрахунок річного фонду оплати праці допоміжних робітників.

Таблиця 6.3 - Розрахунок річного фонду оплати праці допоміжних робітників

Проф робітників	Кіль к роб.	фонд робот и	Тарифн а ставка грн/год	Доплата		фонд зарп грн	Додатков а зарплата грн 20%	Річний фонд зарплати,гр н	соцстра х і інші фонди 37% грн	Розр роб.	Тарифни й фонд, грн
				8 %	сума						
налагоджувач	1	1860	5,13	25	2385,4	11927,2	2385,4	14312,6	5295,6	5	9541,8
транспортувальник	1	1860	4,53	20	1685,1	10110,9	2022,2	12133,1	4489,2	4	8425,8
	3				4070,5	22038,1	4407,6	26445,3	9784,8		17967,6

6.3 Розрахунок річного фонду споживання керівників і спеціалістів

Фонд споживання керівників і спеціалістів розраховано на підставі штатного розкладу, середніх посадових окладів і кількості працівників кожної групи.

$$Зкер = R O 12, \text{ грн}$$

де R - кількість робітників даної групи

O - місячний оклад, грн

12 - кількість місяців роботи

У таблиці 6.4 приведен розрахунок фонду споживання

Таблиця 6.4 - Розрахунок фонду споживання

Посада робітника	Кільк роб.	Посад. оклад, грн	Доплата		Основ. фонд зп	Річний фонд зп	Соцстрах і інші фонди
			8%	сума			
Майстр	1	850	15	127,5	977,5	1105	408,85
Інженер-технолог	1	700	10	70	770	840	310,8
Табельник	1	615	20	123	738	861	318,6
Інженер	1	650	10	65	715	780	288,6
		2815		385,5	3200,5	3586	1326,8

Розрахунок річного фонду споживання працюючих дільниці зводимо до таблиці

У таблиці 6.5 приведена таблиця річного фонду споживання працюючих дільниці.

Таблиця 6.5 - Таблиця річного фонду споживання працюючих дільниці

Категорія працюючих	К-сть прац., чол	Осн. фонд зар. плати, грн	Дод. фонд зарплат, грн	Річний фонд зарплати, грн	Середнь оміс. зарплат, грн	Відрахування соцстрах і інші фонди, грн (37%)
Виробничі робітники	16	184600	36920	221520	1153,75	81962,4
Допоміжні робітники	2	22038,1	4407,58	26445,28	11101,8	9784,8
Керівники	1	977,5	127,5	1105	850	408,85
Спеціалісти	2	1485	135	1620	1350	599,4
Службовці	1	738	123	861	615	318,57
Разом:	22	209838,6	41713,08	251551,2		93074,02

6.4 Розрахунок вартості основних виробничих фондів дільниці

Об'єм будівлі, в якій розташована дільниці:

- за проектом:

$$V_B = 7 \cdot 252,45 = 1767,15 \text{ м}^3$$

- на заводі:

$$V_B = 7 \cdot 811,96 = 5863,72 \text{ м}^3 \quad h = 7 \text{ м}$$

Вартість будівлі дільниці:

$$V_{\text{дїл}} = V_{\text{буд}} V_B, \text{ грн} \quad (6.5)$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість 1 м об'єму виробничого приміщення.

За проектом

$$\text{Вділ} = 220 \cdot 1767,15 = 388773 \text{ грн.}$$

На заводі:

$$\text{Вділ} = 220 \cdot 5683,72 = 1250418,4 \text{ грн.}$$

Витрати на транспортування і монтаж верстатів приймаємо в розмірі 15% від оптової ціни :

За проектом

$$\text{Вт. м.} = 0,15 \text{ ЦВ} = 0,15 \cdot 1184500 = 177675 \text{ грн}$$

На заводі

$$\text{Вт. м.} = 0,15 \cdot 1926800 = 289020 \text{ грн}$$

Балансова вартість верстатів дільниці:

За проектом:

$$\begin{aligned} \text{Вверст} &= \text{ЦВ} + \text{От. м.} = \\ &= 1184500 + 289020 = 1473520 \text{ грн} \end{aligned}$$

На заводі:

$$\text{Вверст} = 1926800 + 289020 = 2215820 \text{ грн.}$$

Вартість вантажно-транспортного обладнання приймаємо в розмірі 10% від балансової вартості верстатів:

За проектом:

$$В_{тр} = 0,10 ВВ = 0,10 \cdot 1473520 = 147352 \text{ грн.}$$

На заводі:

$$В_{тр} = 0,10 ВВ = 0,10 \cdot 2215820 = 2215282 \text{ грн.}$$

Вартість енергетичного обладнання розраховуємо виходячи з витрат на 1 кВт установленної потужності (450 грн.)

За проектом:

$$ВВ = NB450 = 163,7 \cdot 450 = 73665 \text{ грн.}$$

На заводі:

$$ВВ = NB 450 = 356,5 \cdot 450 = 160425 \text{ грн.}$$

Вартість інструментів і пристроїв приймаємо в розмірі 15% від балансової вартості верстатів:

За проектом:

$$В_{інстр} = ВВ 0,15 = 1473520 \cdot 0,15 = 221028 \text{ грн.}$$

На заводі:

$$В_{інстр} = ВВ 0,15 = 2215820 \cdot 0,15 = 332373 \text{ грн.}$$

Вартість виробничого і господарського інвентаря приймаємо в розмірі 2% від балансової вартості верстатів:

За проектом:

$$В_{інв} = ВВ 0,02 = 1473520 \cdot 0,02 = 29470,4 \text{ грн.}$$

На заводі:

$$\text{Вінв} = \text{ВВ } 0,02 = 2215820 \cdot 0,02 = 44316,4 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці

У таблиці 6.6 приведені основні фонди дільниці за проектом.

У таблиці 6.7 приведені фонди дільниці за заводським технологічним процесом

Таблиця 6.6 - Основні фонди дільниці за проектом

№ п/п	Назва статті	Одиниця виміру	Величина	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
1	Будівля	м ³	1767,15	220	388773
2	Обладнання:				
2.1	-виробниче	шт	12	98708	1184500
2.2	-енергетичне	кВт	163,7	450	73665
2.3	-вантажно-транспортні		10%		14352
	Всього обладнання				1272517
3	Інструменти та пристрої		15%		221028
4	Виробничий та господарський інвентар		2%		29470,4
	Всього основних фондів				1911788,4

Таблиця 6.7 - Фонди дільниці за заводським технологічним процесом

№ п/п	Назва статті	Од. виміру	Величина	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
1	Будівля	м ³	5883,72	220	1250418,4
2	Обладнання:				
2.1	-виробниче	шт	28	68814	1926800
2.2	-енергетичне	кВт	365,5	450	160425

Продовження таблиці 6.7

2.3	-вантажно-транспортні		10%		221582
	Всього обладнання				2308807
3	Інструменти та пристрої		15%		332373
4	Виробничий та господарський інвентар		2%		44316,4
	Всього основних фондів				3935914,8

6.5 Калькуляція собівартості деталі-представника

Повна собівартість (Сп) визначається за формулою:

$$Cп = Cвир + АВ + ВЗ \quad (6.6)$$

$$Cвир = М + Зо + Зд + Зстр + Зв, \quad (6.7)$$

де М - вартість основних матеріалів за відрахуванням відходів,

$$М = 341,8 \text{ грн};$$

Зо - основна заробітна плата виробничих робітників,

$$Зод = 1,42 \text{ грн.}$$

Зд - додаткова заробітна плата виробничих робітників (визначається в розмірі 12% від основної заробітної плати),

$$Зд = 0,2 \cdot 1,42 = 0,284 \text{ грн}$$

Зстр - відрахування на соціальне страхування із заробітної плати робітників (визначається в розмірі 37%)

$$З_{\text{стр}} = 0,38 (З_0 + З_д) = 0,38 (1,4 + 0,284) = 0,639 \text{ грн.}$$

ВЗ - витрати загальнопромислові (визначається в розмірі 262,8% від основної заробітної плати)

$$ВЗ = 2,628 З_0 = 2,628 \cdot 1,42 = 3,73 \text{ грн.}$$

АВ - адміністративні витрати (визначається в розмірі 286,9% від основної заробітної плати)

$$АВ = 2,869 З_0 = 2,869 \cdot 1,42 = 4,07 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість:

$$С_{\text{вир}} = 341,8 + 1,42 + 0,284 + 0,639 + 3,73 = 347,87 \text{ грн.}$$

ВЗ - витрати на збут (визначається в розмірі 2% від виробничої собівартості)

$$ВЗ = 0,02 С_{\text{вир}} = 0,02 \cdot 347,87 = 69,5 \text{ грн.}$$

Повна собівартість:

$$С_{\text{п}} = 347,87 + 4,07 + 3,43 = 355,87 \text{ грн.}$$

Накопичення (визначаються в розмірі 25% від повної собівартості),

$$Н = 0,25 С_{\text{п}} = 0,25 \cdot 355,87 = 88,91 \text{ грн}$$

Оптова ціна:

$$C_o = C_p + H = 355,87 + 88,91 = 444,78 \text{ грн}$$

Податок на додану вартість(визначається в розмірі 20% від оптової ціни)

$$Пдв = 0,2 \cdot 444,78 = 88,9 \text{ грн.}$$

Відпускна ціна:

$$C_v = C_o + Пдв = 88,9 + 444,78 = 533,73 \text{ грн}$$

У таблиці 6.8 приведена калькуляція собівартості деталі представника.

Таблиця 6.8 - Калькуляція собівартості деталі - представника

Елементи витрат	Сума за проектом, грн	Сума на заводі, грн
Матеріали (за відрахуванням відходів)	341,8	830
Основна зарплата виробн. робітн.	1,42	3,6
Додаткова зарплата вир. робітн.	0,284	0,72
Відрахування на соц.страхування	0,639	1,6
Загальновиробничі витрати	3,73	9,46
Виробнича собівартість	347,87	843,9
Адміністративні витрати	4,07	10,3
Витрати на збут	69,5	16,8
Повна собівартість	355,87	863,66
Накопичення	88,91	215,9
Оптова ціна	444,78	1079,5
Податок на додану вартість	88,9	215,9
Відпускна ціна	533,73	1295,4

Собівартість річного випуску деталей:

За проектом

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{п}} \cdot N_{\text{пр}} = 355,87 \cdot 130000 = 46263100 \text{ грн}$$

На заводі:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{п}} \cdot N_{\text{пр}} = 863,66 \cdot 130000 = 112268000 \text{ грн}$$

6.6 Визначення економічної ефективності запроєктованого технологічного процесу

Приведені витрати за кожним варіантом визначаємо за формулою:

$$П = C_{\text{пр}} + E_{\text{н}} \cdot K, \text{ грн} \quad (6.8)$$

$$П_{\text{пр}} = 46263100 + 0,1 \cdot 1911788,4 = 46549868,3 \text{ грн}$$

$$П_{\text{зав}} = 112268000 + 0,15 \cdot 3935914,9 = 112858387 \text{ грн}$$

де $E_{\text{н}}$ - галузевий нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E = 0,15$;

K - капітальні вкладення (вартість основних фондів), грн

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\text{р}} = П_{\text{баз}} - П_{\text{пр}}, \text{ грн}, \quad (6.9)$$

де $П_{\text{баз}}$ і $П_{\text{пр}}$ - приведені витрати за варіантами, що порівнюються, грн

$$E_{\text{р}} = 112858387 - 46549868 = 66308319 \text{ грн},$$

Т.к. $K_{\text{баз}} > K_{\text{пр}}$ і $C_{\text{баз}} > C_{\text{пр}}$ то впровадження нової технології безумовне

У таблиці 6.9 зведена таблиця техніко-економічних показників проекту.

Таблиця 6.9 - Зведена таблиця техніко-економічних показників проекту

Назва показників	Одиниця вимірювання	Показники
Випуск виробу		
Річний приведений випуск виробу	шт	130000
Трудомісткість приведеної програми	н/год	40208,9
Собівартість приведеної річної програми	грн	46263100
Обладнання		
Кількість обладнання	шт	12
Середній коефіцієнт завантаження обладнання		0,89
Балансова вартість обладнання	грн	1272517
Середня вартість одиниці обладнання	грн	73665
Підсумкова потужність обладнання	кВт	163,7
Середня потужність на одиницю обладнання	кВт	13,6
Виробничі робітники		
Кількість основних виробничих робітників	чол	12
Середній розряд виробничих робітників		3,4
Продуктивність	н/год	2513
Середньомісячна зарплата вир. робітників	грн	153,75
Собівартість одиниці продукції		
Витрати матеріалів на одиницю	грн	341,8
Трудомісткість одиниці виробу	хв.	18,558
Повна собівартість одиниці	грн	355,87
Показники економічної ефективності		
Річний економічний ефект	грн	66308319

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Проектирование технологии. Под общ. Ред. Ю. М. Соломенцева. М: Машиностроение, 1990. -245 с.
2. П. А. Руденко Проектирование технологических процессов в машиностроении. К: Высшая школа, 1985. -124 с.
3. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под общ. Ред. А. А. Панова. М: Машиностроение, 1988. -714 с.
4. Краткий справочник металлиста. Под общ. Ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. М: Машиностроение, 1986. -524 с.
5. Н. А. Нефедов Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. М: Высшая школа, 1986. -824 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя Под. Ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М: Машиностроение, 1986. -212 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя Под ред А. Н. Малова. М: Машиностроение, 1972. -215 с.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения Под общ. Ред. А. Ф. Горбачевича. Минск, 1975. -116 с.
9. И. С.Добрыднев Курсовое проектирование по предмету Технология машиностроения. М: Машиностроение, 1985. -225 с.
10. Курсовое проектирование по предмету Технология машиностроения. Методические указания для учащихся средних специальных учебных заведений. Днепропетровск, 1990. -155 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. М: Экономика, 1990. -534 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. М: Машиностроение, 1974. -223 с.

13. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство М, 1974. -854 с.
14. Режимы резания металлов. Справочник Под ред Ю.В. Барановского. М: Машиностроение, 1972. -263 с.
15. С.А. Ревин Проектирование технологической оснастки. Учебно-методическое пособие для студентов ССУЗов по специальности 1201. Калининград, 1992. -213 с.
16. Справочник инструментальщика Под общ. Ред. И.Л. Ординарцева. М: Машиностроение, 1987. -873 с.
17. А.П. Белоусов Проектирование станочных приспособлений. М: Высшая школа, 1980. -244 с.
18. Ю, И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. М: Машиностроение, 1990. -214 с.
19. Н.А. Нефедов, К.А. Осипов Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М: Машиностроение, 1984. 172 с.
20. З.Ю. Шагалова, Н.Г. Сиротенко Конструювання різального інструменту. К: Вища школа, 1970. -166 с.
21. Рекомендації по розробці розділу Охорона праці і промислова екологія в дипломних проектах студентів технікуму з спеціальності 5.090227. ОІТ, 2001. -226 с.
22. Экономика, организация и планирование машиностроительного производства Под ред Е.М. Коростелевой .- М: Высшая школа, 1984. -158 с.
23. И.И. Пляскин Сборник задач по курсу Экономика, организация и планирование производства на машиностроительном предприятии М: Машиностроение, 1986. -723 с.