

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет хімічної інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *бакалавр*

напряму підготовки *6.050502 Інженерна механіка*

на тему **«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
«Черв'як» з обсягом випуску 2400 штук на рік»**

Виконав: студент групи ІМ - 131

Степанов В.В.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Сергієнко О.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Шевченко О.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему:

*Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Черв'як» з
обсягом випуску 2400 штук на рік»*

Листів – 52, ілюстрацій – 4, таблиць – 11, додаток – 1, посилань – 21,
графічного матеріалу – 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Черв'як» з
обсягом випуску 2400 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по
розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі,
проведено обґрунтування методу отримання заготовки, розраховані
міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектоване і
розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і
закріплення деталі для фрезерування шпоночного паза. Також в
конструкторській частині розглянуто використання спеціального різального
інструменту – пружного алмазного вигладжувача.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних
операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця
верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони
праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі
«Черв'як» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із
застосуванням ЕОМ.

Ключові слова: черв'як, технологічний процес, технологічність
конструкції, технологічні бази, заготовка, деталь, припуск, режими різання,
ріжучий інструмент, пристосування, верстат.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	5
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Черв'як".	5
1.2 Визначення типу виробництва.	5
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	6
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок. Опис матеріалу деталі.	9
1.5 Проектування послідовності оброблення деталі.	10
1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.	13
1.7 Розрахунок режимів різання.	20
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	28
2.1 Розрахунок і проектування автоматичного верстатного пристосування для фрезерування шпонкового паза.	28
2.2 Проектування допоміжних пристроїв.	30
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	34
3.1 Нормування технологічних операцій.	34
3.2 Організація робочого місця верстатника.	38
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Ідентифікація та аналіз шкідливих і небезпечних факторів на ділянці виготовлення черв'яка.	40
4.2 Розробка заходів безпеки при експлуатації ділянки виготовлення черв'яка.	41
ВИСНОВКИ	44
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	45
ДОДАТКИ	47

ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток і вдосконалення всього народного господарства країни.

Найважливішим завданням машинобудування в сучасних умовах є забезпечення конкурентоспроможності продукції, що випускається, що обумовлює різке підвищення вимог до якості і експлуатаційних властивостей виробів при зниженні собівартості їх виробництва. Успішному вирішенню цього питання в значній мірі сприяє застосування високоефективних технологій і підвищення якості їх проектування, що реалізовує економію матеріальних, трудових ресурсів та енергозбереження [1].

Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першорядне значення. Якість машини, надійність, довговічність і економічність експлуатації залежать не тільки від досконалості її конструкції, але і від технології виробництва. Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталей і машини в цілому, ефективне використання сучасних автоматичних і потокових ліній, верстатів з програмним керуванням, електронних і обчислювальних машин та іншого нової техніки, застосування прогресивних форм організації і економіки виробничих процесів - все це спрямовано на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Завданням дипломної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Черв'як» з метою зниження собівартості виробу за рахунок вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі з використанням більш сучасного обладнання та ефективніших технологій.

Таким чином набуваються практичні навички вирішення різних технологічних завдань підготовки виробництва деталей машин і розробки технічної документації. Закріплюється вміння користуватися довідковою літературою та нормативними документами.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Черв'як»

Редуктором називають механізм, що складається з зубчастих або черв'ячних передач, виконаний у вигляді окремого агрегату і служить для передачі потужності від двигуна до робочої машини.

Черв'ячні редуктори застосовують для передачі руху між мимобіжними (зазвичай під прямим кутом) осями. Одним з істотних переваг черв'ячних редукторів є можливість отримати велике передаточне число в одній ступені (до 80 у редукторах загального призначення і до декількох сотень у спеціальних редукторах). Дані редуктори володіють високою плавністю ходу і безшумністю в роботі і самогальмуванням при певних передаточних числах, що дозволяє виключати з приводу гальмівні пристрої.

Черв'ячна передача складається з черв'яка і черв'ячного колеса. Черв'як виготовляють із сталі за одне ціле з валом (вал - черв'як) різанням, фрезеруванням або накаткою (в гарячому стані) з подальшим зміцненням бічних поверхонь витків черв'яка. В опорах вала-черв'яка можуть бути встановлені як роликові конічні однорядні, так і кулькові радіально-упорні однорядні підшипники. Черв'ячне колесо являє собою складальну одиницю, яка складається з центру і зубчастого вінця. Вінець надітий на центр з натягом, який вибирають за умови забезпечення передачі обертального моменту від колеса. Колесо, у свою чергу, надіто на вал з натягом (для кращого центрування), а обертаючий момент на вал передають за допомогою шпоночного з'єднання.

1.2 Визначення типу виробництва

Розрахуємо розмір партії деталей по формулі [2]:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}; \quad (1.1)$$

де a – кількість днів запасу деталей на складі (приймаємо $a = 6$);

Φ – кількість робочих днів у році ($\Phi = 254$).

$$n = \frac{2400 \cdot 6}{254} = 56,7 \text{ шт.}$$

При масі деталі $m_d = 10$ кг і кількість деталей у партії 56,7 штуки приймаємо тип виробництва — середньосерійне. Після розрахунку норм часу на операції зробимо уточнення типу виробництва.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь виготовлена з легованої сталі 40Х і проходить термообробку, що має велике значення щодо викривлень, можливих при нагріванні і охолодженні деталі.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад Сталі 40Х ДСТ4543-71, %

C	Si	Cr	Ni	Mn	P	S	Cu
					не більше		
0,36-0,44	0,17-0,37	0,45-0,75	1-1,4	0,5-0,8	0,035	0,035	0,3

Таблиця 1.2 – Механічні властивості Сталі 40Х ДСТ4543-71

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ не більше
не менше					
780	980	10	45	59	167-207

Черв'як являє собою деталь типу тіла обертання. Деталь є досить жорсткою, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та вести обробку на нормативних режимах різання, не зменшуючи їх. Обробка майже всіх поверхонь ведеться з установкою по центровим отворам, що дозволяє значно знизити похибку установки деталі. Конструкція деталі дає можливість поєднувати конструкторські, технологічні і вимірювальні бази.

Конструкція деталі досить технологічна [19]. Для обробки всіх поверхонь деталі існує можливість застосування високоефективного обладнання і високопродуктивних методів обробки. Деякі розміри деталі забезпечуються самим інструментом. Шпонкові пази знаходяться в одній

площині, що спрощує їх обробку. До недоліків можна віднести різні кути нахилу бічних граней в місцях нарізання різьби і глибину паза на конічній поверхні деталі. Також нетехнологічним є те, що шпонкові пази мають різну ширину.

Також спостерігається зменшення діаметрів поверхонь від середини до торців валу.

Жорсткість вала забезпечується досягнення необхідної точності при обробці, так як l/d менше 10...12.

До нетехнологічних елементів даної деталі відносять нарізування витків черв'яка.

Проаналізувавши вище зазначені умови, робимо висновок, що дана деталь є технологічною.

У відповідності з ДСТ 14.202-73 [19] розраховуємо показники технологічності конструкції деталі.

Середній квалітет точності обробки деталі [4]:

$$T_{cp.} = \frac{\sum T_i * n_i}{\sum n_i}, \quad (1.2)$$

де T_i – номер квалітета точності i -ої поверхні;

n_i - кількість розмірів деталей, що обробляються за T_i - м квалітетом.

Для розрахунку $T_{cp.}$ складаємо вихідну таблицю точності 1.3.

Таблиця 1.3 - Точність поверхностей деталі

Квалітет точності, JT	6	8	10	14
Кількість розмірів, n	4	6	10	15

$$T_{cp.} = \frac{6 \cdot 4 + 8 \cdot 6 + 10 \cdot 10 + 14 \cdot 15}{4 + 6 + 10 + 15} = 11.5$$

Коефіцієнт точності обробки [4]

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp.}}, \quad (1.3)$$

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{11.5} = 0,91$$

Середня шорсткість поверхонь [4]:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ra \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.4)$$

де R_{ai} - значення шорсткості i -ої поверхні;

n_i - кількість поверхонь, маючих шероховатість R_{ai} .

Для розрахунку $Ш_{cp}$ складаємо вихідну таблицю 1.4 шероховатості деталі.

Таблиця 1.4 - Шорсткість поверхонь деталі

Шорсткість Ra, мкм	00,32	00,63	11,25	22,5	33,2	112,5
Кількість поверхонь, n	22	22	66	44	44	117

$$Ш_{cp} = \frac{0,32 \cdot 2 + 0,63 \cdot 2 + 1,25 \cdot 6 + 2,5 \cdot 4 + 3,2 \cdot 4 + 12,5 \cdot 17}{2 + 2 + 6 + 4 + 4 + 17} = 6,9 \text{ мкм.}$$

Коефіцієнт шорсткості деталі:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (1.5)$$

$$K_u = \frac{1}{6,9} = 0,19$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{BM} = \frac{M_o}{M_3}, \quad (1.6)$$

де M_o - маса деталі;

M_3 - маса заготовки.

$$K_{BM} = \frac{10}{13,2} = 0,76$$

Так як розрахункове значення коефіцієнта точності обробки більше нормативного, рівного 0,8 і значення коефіцієнта шорсткості поверхонь також більше нормативного, рівного 0,18 (ДСТ 14.201-83 [19]), можна зробити висновок про те, що за кількісною оцінкою конструкція черв'яка технологічна.

В цілому конструкція черв'яка є досить технологічною і дозволяє порівняно легко і гарантовано забезпечувати задані вимоги відомими технологічними способами. При цьому на всіх операціях забезпечується дотримання принципу єдності та постійності баз.

1.4 Вибір методу одержання заготовки

Згідно наведеного в пункті 1.2 розрахунку, виробництво є середньосерійним. З метою максимального наближення форми заготовки до форми готової деталі, а відповідно, і зниження витрат матеріалу, передбачимо отримання заготовки на КГШП.

При даному методі отримання заготовки забезпечуються мінімальні припуски і досить висока точність заготовки [18].

Порівняємо даний метод отримання заготовки з базовим (відрізка з прокату $\varnothing 90$) для визначення ефективності вибору заготовки.

Визначимо коефіцієнт використання металу і витрати на матеріал заготовки M для базового варіанту [2]:

Вартість заготовки в цьому випадку визначається за формулою:

$$S = M + \sum C_{o.z.}, \quad (1.7)$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{o.z.}$ - технологічна собівартість правки, грн.

Розрахунки витрат на матеріали і технологічної собівартості виконуються за формулами:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{vix}, \quad (1.8)$$

де Q - маса заготовки, кг;

S - ціна 1 кг. матеріалу заготовки, грн;

q - маса деталі, кг;

S_{vix} - ціна 1 кг. відходів, грн.

$$M = 21,1 \cdot 64 - (21,1 - 10) \cdot 4,4 = 1301,56 \text{ грн.}$$

$$\sum C_{o.z.} = \frac{C_{n.z.} \cdot t_{um}}{60}, \quad (1.9)$$

де $C_{n.z.}$ - приведені витрати на робочому місці, грн/год. [5];

$t_{ум}$ - трудомісткість операції різання, хв.

$$\sum C_{o.з.} = \frac{1210 \cdot 3,8}{60} = 76,63 \text{ грн.}$$

$$S_{пр} = 1301,56 + 76,63 = 1378,9 \text{ грн.}$$

Розрахуємо такі самі показники для заготовки з поковки.

Вартість заготовки, отриманої штампуванням визначається за формулою:

$$S_{ум} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_P - (Q - q) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (1.10)$$

де C_i - базова вартість 1 т заготовок, $C_i = 6700000$ грн;

Q - маса заготовки;

K_T - коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_T = 1$;

K_C - коефіцієнт, що залежить від степені складності, $K_C = 0,77$;

K_B - коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_B = 0,8$;

K_M - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу, $K_M = 1,13$;

K_P - коефіцієнт, що залежить від обсягу випуску заготовок, $K_P = 1$.

$$S_{ум} = \frac{90000}{1000} \cdot 13,2 \cdot 1 \cdot 0,77 \cdot 1,13 \cdot 0,8 \cdot 1 - (13,2 - 10) \cdot \frac{4400}{1000} = 812,86 \text{ грн.}$$

Приймаємо для проектованого технологічного процесу штампувану отриману заготовку на КГШП.

При цьому річна економія складе:

$$E_p = (S_{пр} - S_{ум.}) \cdot N = (1378,9 - 812,86) \cdot 2400 = 13584,96 \text{ грн.}$$

де $S_{пр}$, $S_{ум.}$ - вартості заготовок по базовому і проектованому варіанту, грн;

N_p - річна програма випуску деталей, шт; $N_p = 77265$ шт.

1.5 Проектування послідовності оброблення деталі

Таблиця 1.5 – Маршрутний технологічний процес виготовлення черв'яка

№ опер.	Найменування і короткий зміст операції	Модель верстата	Ріжучий інструмент	Технологічні бази
1	2	3	4	5
005	Заготівельна (поковка)	КГШП		
010	Фрезерно - центрувальна 1. Встановити і закріпити заготовку.	МР 78	Фреза 2214–0278; 2214 – 0277	Зовнішня циліндрична поверхня,

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
	2. Фрезерувати 2 торці одночасно ($L = 452_{-0,5}$) 3. Центрувати 2 отвори одночасно.		ДСТ 22085 – 78 Свердло центрувальне 2317 – 0018 ДСТ 14952 – 75	торець
015	Токарна з ЧПК А. Встановити і закріпити заготовку. 2. Обточити начорно по контуру пов. $\varnothing 30,2$, $\triangleright 1:10, \varnothing 46, \varnothing 60,6, \varnothing 68,6,$ $\varnothing 52,8, \varnothing 84,6$ 3. Обточити начисто по контуру пов. $\varnothing 45,4, \varnothing 54,8,$ $\varnothing 60,2, \varnothing 68, \varnothing 52 \varnothing 84,2,$ фаски, канавки, нарізати різь М30x2-8g Б. Встановити і закріпити заготовку. 3. Обточити начорно по контуру поверхні $\varnothing 48,5;$ $\varnothing 50,8; \varnothing 62,4; \varnothing 52,4$ 4. Обточити начисто по контуру пов. $\varnothing 50,2; \varnothing 62;$ $\varnothing 52$, фаски, канавки, нарізати різь М48x1,5-8g	СА208Л	Різці: 2120-4084 2120-4084-01 K01.4976.000 K01.4933.000 2120-4084 2120-4084-01 2660-0005 ДСТ 18879-73;	Центрові отвори
020	Термообробка			
025	Обробна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розгорнути 2 центр. отвори одночасно.	2910	Розгортка 2373 – 4012	Зовнішня циліндрична поверхня
030	Фрезерна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати шпонковий паз ($L=52^{+1}$, $b=12_{-0,018}^{-0,061}$) 3. Фрезерувати шпонковий паз ($L=25\pm 0,5, b=8\pm 0,2$)	6P13Ф3	Фреза 2234 – 0363 ДСТ 9140-78	Зовнішня циліндрична поверхня, торець

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
035	Слюсарна Правити різь М48х1,5-8g	-	Плашка 2650-26-85 ДСТ 9740-71	
040	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Нарізати виток черв'яка S = 10.05 Н=6,4	1М63	Різцева головка 2557-4004	Встановити деталь у втулці, піджавши центром
045	Термообробка			
050	Обробна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розгорнути 2 центрові отвори, одночасно	2910	Розгортка 2373-4012	Зовнішня циліндрична поверхня
055	Круглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати пов.Ø45, пов. Ø45 _{0,1} , пов. Ø60±0,0095, пов. Ø84	CRG CNC 1040	Круг 1 600×80×305 14А 25-ПС1-С2 7К5 50 м/с А 1кл. ДСТ 2424-83	Центрові отвори, поводок
060	Торцекруглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати пов. Ø50±0,08 і торець.	CRG CNC 1040	Круг 1 600×130×305 ДСТ 2424-83.	Центрові отвори
065	Круглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувать конічну пов.	CRGCNC 1040	Круг 1 600×80×х305 14А 25-ПС1-С2 7К5 50 м/с А 1кл. ДСТ 2424-83	Центрові отвори, поводок
070	Різешліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувать виток червяка	CRG CNC 1040	Круг 1 400×16×х203 25А 40-П С1 7К5 35 м/с А 1кл. ДСТ 2424-83 Голка 3908-0037 ДСТ 17654-85 (2шт.), олівець 3908-0063 ДСТ 607-80, шаблон 8384-4054-01	Центрові отвори, поводок
075	Токарна 1. Вирівнювати поверхню Ø45 _{0,1}	16К20	Алмазна голівка ДСТ 17122-85	Центрові отвори
080	Мийна			
085	Контрольна			

1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку

Розрахуємо припуски по технологічним переходам на обробку діаметрального розміру $\varnothing 60 \pm 0,0095$ і лінійного розміру 452-0,5. Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 60 \pm 0,0095$ складається з чорнового розточування, чистового розточування та одноразового шліфування [5].

Запишемо технологічний маршрут обробки, а також відповідні заготівлі і кожному технологічному переходу значення елементів припусків в таблицю 1.6.

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{к.о.}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (1.11)$$

де $\rho_{к.о.}$ – загальна кривизна заготовки, мм;

$\rho_{ц}$ – похибка зацентровки, мм.

$$\rho_{к.о.} = \Delta_k \cdot L, \quad (1.12)$$

де Δ_k – загальна кривизна стержня, $\Delta_k = 0,6$ мкм/мм;

L – довжина заготовки, $L = 452$ мм.

$$\rho_{к.о.} = 0,6 \cdot 452 = 271,2 \text{ мкм.}$$

Похибку зацентровки визначимо за формулою:

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2}, \quad (1.13)$$

де δ_3 – допуск на поверхню, використовуємої в якості базової на фрезерно-центрувальній операції, $\delta_3 = 2,2$ мм (згідно ДСТ 7505-89 [18]);

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{2,2}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,27 \text{ мкм};$$

$$\rho_{з.а.г.} = \sqrt{0,2712^2 + 1,27^2} = 1,3 \text{ мкм.}$$

Залишкові просторові відхилення визначаються за формулою:

$$\rho_{ост.} = \kappa_y \cdot \rho_{з.а.г.}, \quad (1.14)$$

де κ_y – коефіцієнт уточнення форми, визначається за [5].

Після чорнового розточування $\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_{з.а.г.} = 0,06 \cdot 1,3 = 0,078$ мм.

Після чистового розточування $\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_{з.а.г.} = 0,04 \cdot 1,3 = 0,052$ мм.

Після шліфування $\rho_1 = 0,02 \cdot \rho_{3AG} = 0,02 \cdot 1,3 = 0,026$ мм [7].

Таблиця 1.6 – Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору $60 \pm 0,0095$.

Технологічні переходи обробки отвору $7,8_{-0,047}^{-0,025}$	Елементи припуски, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мкм	Допуск IT , мкм	Граничні розміри, мкм		Граничні припуски, мкм	
	R_z	T	ρ				d_{max}	d_{min}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	200	300	1300	–	64,17	2200	66,37	64,17	–	–
Точіння чорнове	50	50	78	$2 \cdot 1800$	60,57	740	61,31	60,57	3600	5060
Точіння чистове	30	30	52	$2 \cdot 178$	60,21	120	60,33	60,21	360	980
Шліфування чистове	6,3	15	26	$2 \cdot 112$	59,99	19	60,01	59,99	219	320
Загалом									4179	6360

Визначаємо значення – глибини дефектного шару i – висоти мікронерівностей відповідних технологічних переходів [7].

Для заготовки $R_z=200$ мкм; $T=300$ мкм.

Для чорнового розточування $R_z=50$ мкм; $T=50$ мкм.

Для чистового розточування $R_z=30$ мкм; $T=30$ мкм.

Для шліфування $R_z=6,3$ мкм; $T=15$ мкм.

Визначаємо мінімальні значення припусків за формулою:

$$2Z_{min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}), \quad (1.15)$$

Мінімальний припуск під чорнове розточування:

$$2Z_{min 1} = 2(200 + 300 + 1300) = 2 \cdot 1800 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під чистове розточування:

$$2Z_{min 2} = 2(50 + 50 + 78) = 2 \cdot 178 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під шліфування:

$$2Z_{min 3} = 2(30 + 30 + 52) = 2 \cdot 112 \text{ мкм.}$$

Визначимо розрахункові розміри d_p , починаючи з креслярського розміру, шляхом послідовного збільшення мінімального припуску $2Z_{\min}$ кожного технологічного переходу.

$$d_{p_2} = 59,991 + 2 \cdot 0,112 = 60,21 \text{ мм};$$

$$d_{p_1} = 60,21 + 2 \cdot 0,178 = 60,57 \text{ мм};$$

$$d_{p_0} = 60,57 + 2 \cdot 1,8 = 64,17 \text{ мм}.$$

Визначаємо значення допусків IT для кожного технологічного переходу згідно ДСТ 7505–89 [18].

Для заготовки по ДСТ 7505–89 $IT = 2200$ мкм;

Для чорнового розточування $IT = 740$ мкм;

Для чистового розточування $IT = 120$ мкм;

Для шліфування $IT = 19$ мкм.

Визначимо найбільший граничний розмір d_{\max} додаванням допуску IT до найменшого граничного розміру d_{\min} :

$$d_{\max 0} = 64,17 + 2,2 = 66,37 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 60,57 + 0,74 = 61,31 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 60,21 + 0,12 = 60,33 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 59,991 + 0,019 = 60,01 \text{ мм}.$$

Визначимо граничні значення припусків $2Z_{\max}$ як різницю найменших граничних розмірів d_{\min} і $2Z_{\min}$ – як різницю найбільших граничних розмірів d_{\max} попереднього і виконуваного переходу.

$$2Z_{\max 3}^{np} = 60,33 - 60,01 = 0,32 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 61,31 - 60,33 = 0,98 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 66,37 - 61,31 = 5,06 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 60,21 - 59,991 = 0,219 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 60,57 - 60,21 = 0,36 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1}^{np} = 64,17 - 60,57 = 3,6 \text{ мм}.$$

Визначаємо номінальний припуск по формулі:

$$Z_{0ном.} = Z_{0min} + B_3 - B_0, \quad (1.16)$$

де Z_{0min} – мінімальний граничний припуск, мм;

B_3 – верхнє відхилення розміру заготовки, мкм;

B_0 – допуск на деталь, мкм.

Згідно ДСТ 7505-89 [18] $B_3 = 900$ мкм; $Z_{0ном.} = 4179 + 900 - 19 = 5060$ мкм.

Визначаємо номінальний розмір заготовки за формулою:

$$d_{заг.ном} = d_{д.ном} + Z_{0ном.} \quad (1.17)$$

$$d_{заг.ном} = 59,99 + 5,060 = 65,05 \text{ мм}$$

Робимо перевірку вищевикладеного розрахунку:

$$\sum 2z_{max} - \sum 2z_{min} = \delta_3 - \delta_0; \quad (1.18)$$

$$6360 - 4179 = 2200 - 19;$$

$$2181 = 2181.$$

Висновок: вищевикладений розрахунок виконаний вірно.

Графічна схема розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 60 \pm 0,0095$ мм представлена на рис. 1.1.

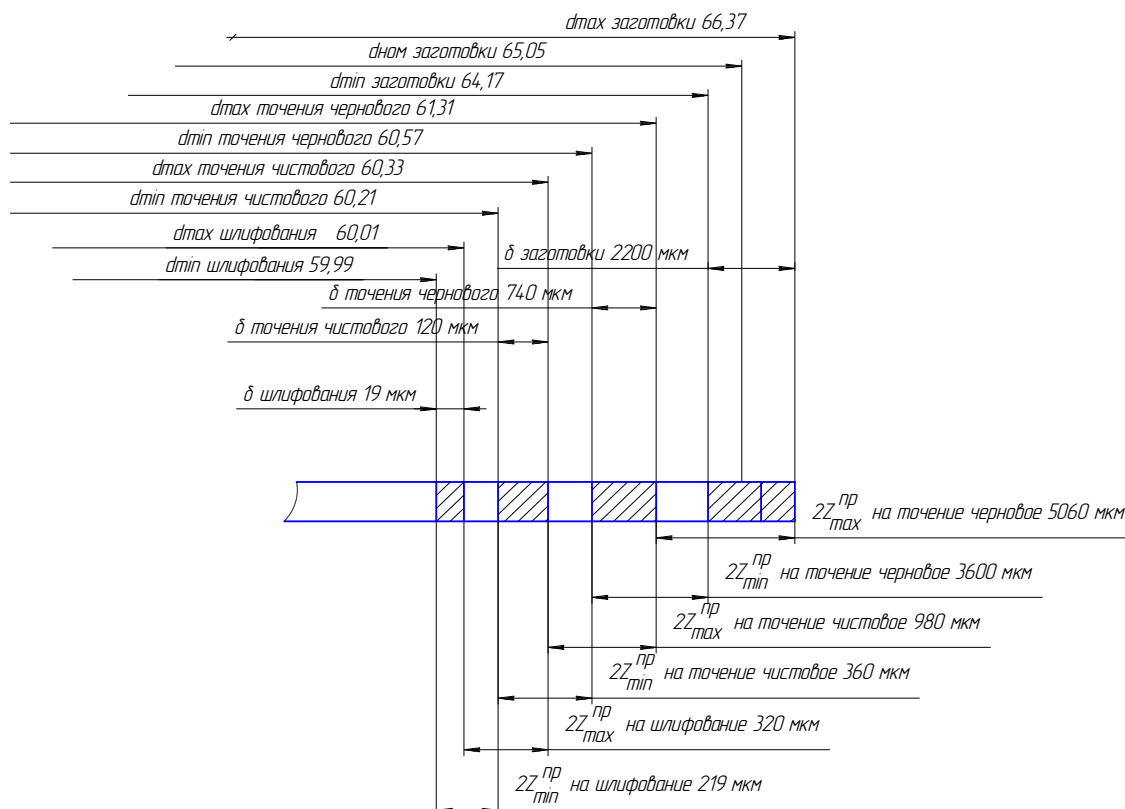


Рисунок 1.1 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 60 \pm 0,0095$

Розрахуємо припуски по технологічним переходам на обробку розміру $452_{-0,5}$.

Маршрут обробки торця включає наступні операції (переходи) [5]:

1. Заготовка.
2. Фрезерування торців. Вибираємо значення висоти мікронерівностей R_z та глибини поверхночного дефектного шару T і заносимо їх в таблицю 1.7.

Визначаємо величину сумарного просторового відхилення ρ , мкм:

$$\rho_{заг} = \rho_{кор} = 1480 \text{ мкм}, \quad (1.19)$$

Розрахунок мінімальних значень припусків виробляємо, користуючись основною формулою [7]:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}); \quad (1.20)$$
$$2Z_{min1} = 2(150 + 200 + 1480) = 2 \cdot 1830 \text{ мкм}.$$

Визначаємо розрахунковий розмір l_p , мм:

$$l_{p_i} = l_{p_{i+1}} + 2Z_{min_{i+1}}. \quad (1.21)$$
$$l_{p_i} = 451,5 + 2 \cdot 1,830 = 455,16 \text{ мм}.$$

Записавши у відповідній графі розрахункової таблиці значення допусків на технологічні переходи і заготовлю, у графі "граничний розмір" визначаємо мінімальні значення для технологічного переходу, округляючи розрахункові розміри.

Найбільші граничні розміри обчислюємо додаванням допуску до найменшого граничного розміру:

$$l_{max1} = 451,5 + 0,6 = 452,1 \text{ мм}. \quad (1.22)$$
$$l_{max_{заг}} = 455,16 + 2,4 = 457,56 \text{ мм}.$$

Граничне значення припуску Z_{max}^{np} визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів і Z_{min}^{np} – як різницю найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів:

$$2Z_{min1}^{np} = 455,16 - 451,5 = 3,66 \text{ мм},$$
$$2Z_{max1}^{np} = 457,56 - 452,1 = 5,46 \text{ мм}.$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2Z_{Omax} - 2Z_{Omin} = \delta_{max} - \delta_{min}; \quad (1.23)$$

$$5460 - 3660 = 2400 - 600;$$

$$1800 = 1800.$$

Розрахунки виконані вірно.

Розрахунки наведемо в таблиці 1.7.

Величину номінального припуску визначаємо з урахуванням несиметричності розташування поля допуску заготовки [7]:

$$2Z_{ном} = 2Z_{Omin} + ei_3 - ei_0 = 3660 + 1700 - 500 = 4860 \text{ мкм.}$$

Таблиця 1.7 – Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку поверхні довжиною 452_{-0,5} мм.

Переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск Z_{min} , мкм	Розрахунковий розмір, l_p , мм	Допуск, δ , мм	Граничний розмір, мм		Граничне значення припуску, мкм	
	R_z	T	ρ				l_{min}	l_{max}	$2Z_{ppmin}$	$2Z_{ppmax}$
Заготовка	150	250	1480		455,16	2,4	455,16	457,56		
Фрезерування	50	50		2·1830	451,5	0,6	451,5	452,1	3660	5460
Загалом									3660	5460

Номінальний розмір заготовки:

$$l_{номз} = l_{ном.0} + 2Z_{ном} = 4 / 52 + 4,86 = 311,8 \text{ мм} \approx 456,9 \text{ мм.} \quad (1.24)$$

Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні довжиною 452 мм наведена на рис. 1.2.

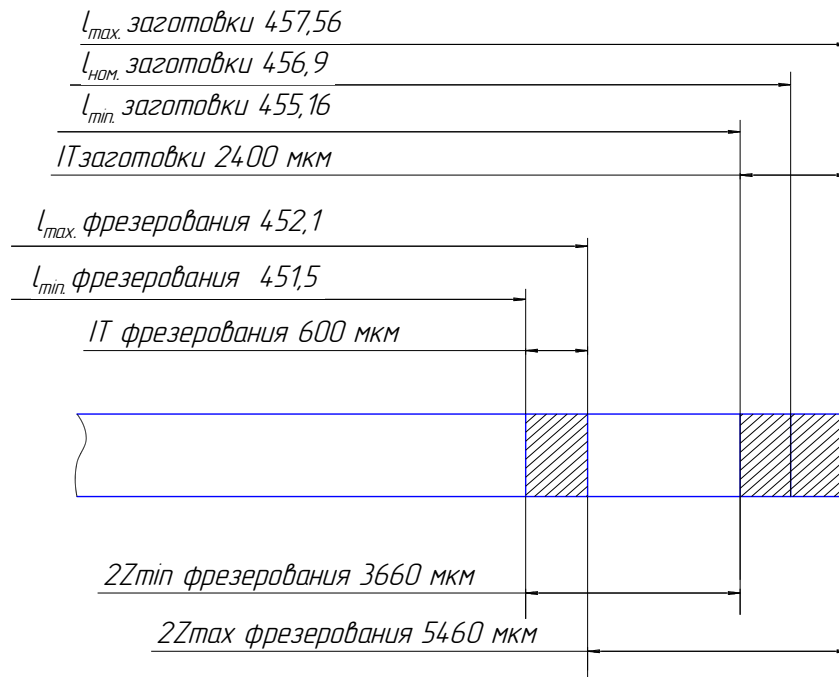


Рисунок 1.2 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку довжини $452_{-0,5}$

Припуски на інші поверхні розраховуємо згідно з рекомендаціями [7] і ДСТ 7505-89.

Таблиця 1.8 – Допуски і граничні відхилення на поверхні, що обробляються

Розмір деталі	Припуск		Граничні відхилення
	Табличний	Розрахунковий	
$\varnothing 50_{\pm 0,08}$	2·2,2		+1,8 -1,0
$\varnothing 62$	2·2,3		+1,8 -1,0
$\varnothing 84$	2·2		+1,8 -1,0
$\varnothing 68$	2·2,3	-	+1,8 -1,0
$\varnothing 60_{\pm 0,0095}$		2·2,53	+1,75 -0,45
$\varnothing 45_{-0,1}$	2·3,5		+1,8 -1,0
$\varnothing 30$	2·1,55		+1,6 -1,0
$452_{-0,5}$		2·2,45	+1,7 -0,7

1.7 Розрахунок режимів різання

Використовуючи аналітичні формули та довідкові дані, наведені в довіднику [11] виконуємо розрахунок режимів різання на токарних і вертикально-свердлильній операції.

Розрахунок режимів різання на операцію 030 вертикально-фрезерна:

Вихідні дані для розрахунку.

Опрацьований матеріал - сталь 40Х ДСТ4543-71; $\sigma_B=750$ МПа;

Верстат вертикально - фрезерный 6Р13Ф3;

Характеристика поверхні, що обробляється:

Фрезерується шпоночний паз шириною $B = 12_{-0,061}^{-0,018}$ мм, довжиною $L = 52^{+1}$ мм.

Вибір ріжучого інструменту [10]:

Фреза 2234-0135 ДСТ6396-78 (діаметром 12 мм; $L=73$ мм).

Швидкість фрези:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y \times t^x \times B^u \times z^p} K_v \text{ м/хв}, \quad (1.25)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

D – діаметр фрези в мм;

T – стійкість інструменту в хв;

t – глибина різання в мм;

S – подача в мм/об;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання. Визначимо коефіцієнт K_v за формулою [4]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}, \quad (1.26)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

Значення коефіцієнту K_{MV} розраховуємо за формулою:

$$K_{MV} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.27)$$

де σ_B – межа міцності, $\sigma_B = 750$ МПа;

K_T – коефіцієнт, що враховує групу сталі, $K_T = 1$;

n_v – показник ступеня, $n_v = 1$.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Тоді швидкість обертання фрези:

$$V = \frac{12 \times 12^{0,3}}{80^{0,26} \times 0,3^{0,3} \times 0,18^{0,25} \times 2^0} = 17,83 \text{ м / хв}$$

Визначимо частоту обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ хв}^{-1}, \quad (1.28)$$

де D – діаметр фрези, мм;

$$n = \frac{1000 \times 17,8}{3,14 \times 12} = 473,3 \text{ хв}^{-1},$$

приймаємо $n = 473 \text{ хв}^{-1}$.

Уточнимо швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000}, \text{ м/хв}, \quad (1.29)$$

$$V = \frac{3,14 \times 12 \times 473}{1000} = 17,8 \text{ м / хв}$$

Визначимо силу різання по формулі [11]:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot K_{MP} \cdot z}{D^q \cdot n^w}, \quad (1.30)$$

де C_p – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

D – діаметр фрези, в мм;

t^x – глибина різання;

S – подача, в мм/об;

K_{mp} – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання.

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 5^{0,86} \times 1,13^{0,72} \times 2}{12^{0,86} \times 500^0} \times 0,75 = 529,15 \text{ Н}$$

Визначимо потужність різання за формулою [11]:

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}, \text{ кВт}, \quad (1.31)$$

де P_z – сила різання в Н;

V – швидкість різання в м/хв.

$$N_{рез} = \frac{529,15 \times 19}{1020 \times 60} = 0,16 \text{ кВт}$$

Перевіряємо достатність потужності приводу верстата.

У верстата мод. 6P13Ф3

$$N_{III} = N_{ДВ} \times \eta, \quad (1.32)$$

де $N_{ДВ}$ – потужність двигуна, в кВт;

η – ККД верстата.

$$N_{III} = 3 \times 0,85 = 2,55 \text{ кВт}.$$

Обробка можлива за умови, що $N \leq N_{III}$, отже, обробка можлива, так як $0,16 < 2,55$.

Розрахунок режимів різання на операцію 015 токарна з ЧПК:

Вихідні дані для розрахунку:

Опрацьований матеріал - сталь 40Х ДСТ4543-71; $\sigma_B=750$ МПа; верстат токарний з ЧПУ 16К20Ф3. Точиться поверхня діаметром $84,6 \pm 0,3$ мм.

Вибір різального інструменту [10]: Різці 2102-4084 ДСТ 18879-73.

Швидкість різання по формулі [11]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \text{ м/хв}, \quad (1.33)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал;

T – стійкість інструменту, в хв;

S – подача, в мм/об;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання.

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \times 1,5^{0,15} \times 1,7^{0,2}} \times 0,63 = 98,7 \text{ м / хв}.$$

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \quad (1.34)$$

де D - діаметр деталі, $D = 84,6$ мм;

$$n = \frac{1000 \times 98,7}{3,14 \times 84,6} = 372 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n = 372$ (хв⁻¹).

Уточнюємо швидкість різання:

$$V = 3,14 \times 84,6 \times 372 / 1000 = 98 \text{ м/хв.}$$

Сили різання визначається за формулою [11]:

$$P_z(P_x, P_y) = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^{np} \cdot K_p, \text{ Н;} \quad (1.35)$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,51 \cdot 1,7^{0,35} \cdot 12^1 \cdot 0,1^5 \cdot 0,75 = 1450 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N_{рез} = P_z \cdot V / (1020 \cdot 60) \text{ кВт}, \quad (1.36)$$

$$N_{рез} = 1450 \cdot 98 / (1020 \cdot 60) = 2,3 \text{ кВт.}$$

Перевіримо осьову силу різання по допустимому зусиллю подачі верстата і потужності різання: верстат 16К20Ф3.

$$N_{рез} < N_{дов} \cdot \eta. \quad (1.37)$$

$$2,8 < 10 \cdot 0,8 \text{ кВт},$$

$$2,8 < 8 \text{ кВт.}$$

Умова щодо перевірки осьової сили різання по допустимому зусиллю подачі верстата і потужності різання виконано.

Розрахунок режимів різання на операцію 015 токарна з ЧПК:

Вихідні дані для розрахунку:

Опрацьований матеріал – сталь 40Х ДСТ4543-71; $\sigma_b = 750$ МПа; верстат токарний з ЧПК 16К20Ф3. Точіння поверхні діаметром $46 \pm 0,3$ мм.

Вибір ріжучого інструменту [10]:

Різці: 2102-4008 ДСТ 18879-73/

Довжина робочого ходу:

$$L_{р.х.} = l_p + y = 218 + 43 = 261 \text{ мм}, \quad (1.38)$$

де l_p - довжина різання;

$y = 43$ мм - довжина пробігу.

Визначаємо подачу за формулою [11]:

$$S_0 = S_{от} \times K_s \times \cos \beta, \quad (1.39)$$

де $S_{ot} = 0,7$ мм/об - таблична подача;

$K_s = 1$ - коефіцієнт, що враховує матеріал деталі.

$$S_0 = 0,7 \times 1 \times 0,961 = 1,92 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = V_t \times K_1 \times K_2, \quad (1.40)$$

де $V_t = 90$ м/хв - табличная швидкість різання;

$K_1 = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

$K_2 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту.

$$V = 90 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 97,2 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \quad (1.41)$$

де $D = 46$ мм - діаметр деталі:

$$n = \frac{1000 \times 97,2}{3,14 \times 46} = 673 \text{ хв}^{-1}$$

З паспорту верстата $n = 670$ (хв⁻¹).

Уточнюємо швидкість різання:

$$V = 3,14 \times 46 \times 670 / 1000 = 96,8 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок режимів різання на операцію 055 Круглошліфувальна:

Вихідні дані для розрахунку:

Матеріал, що обробляється – сталь 40Х ДСТ4543-71; $\sigma_B = 750$ МПа;
верстат – круглошліфувальний мод. 3М152.

Характеристика оброблюваної поверхні:

Шліфується поверхня діаметром – $D = 45$ мм, довжиною – $L = 53 \pm 0,2$ мм. Припуск на діаметр $h = 0,2$ мм.

Вибір різального інструменту [10]:

Маркування абразиву - 14А; індекс зернистості - П (вміст основної фракції при зернистості № 6 55%); структура круга - середня № 1; керамічна зв'язка - К1; клас круга - А; допускається окружна швидкість круга - 50 м/сек. Діаметр круга - $D_k = 600$ мм; ширина круга - $B_k = 63$ мм. Маркування повної

характеристики круга: «Шліфувальний круг МАЗ 14А25ПС17К550А1, 500×305×63 ДСТ 2424 - 83».

Визначити глибину різання $t = h = 0,2$ мм.

Швидкість шліфувального круга

$$V_k = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000 \times 60}, \quad (1.42)$$

де D_k – діаметр шліфувального круга (500 мм);

n_k – частота обертання шліфувального круга (1450 хв⁻¹).

Отже, швидкість шліфувального круга $V_k = 46$ м/сек, що входить в межу діапазону $V_k = 45 \dots 50$ м/сек.

$$V_k = \frac{3,14 \times 500 \times 1450}{1000 \times 60} = 37,1 \text{ м/сек},$$

Швидкість руху деталі, $V_D = 15 \dots 20$ м/хв. Приймаємо $V_D = 20$ м/хв. Ця швидкість може бути встановлена на верстаті мод. 3М152Ф3, який має безступінчасте регулювання швидкості обертання шпинделя заготовки в межах 2 ... 40 м/хв.

Глибина шліфування (вертикальна подача круга) $t_B = 0,005 \dots 0,015$ мм. Приймаємо $t_B = 0,01$ мм/об; така величина вертикальної подачі круга є у використовуваного верстата.

Визначаємо потужність різання [11]:

$$N = C_N \times V_D^r \times t^x \times S^y, \quad (1.43)$$

де V_D – швидкість руху деталі;

t – глибина різання.

Випишемо значення коефіцієнтів і показників ступеня:

$$C_N = 1,3; r = 0,75; x = 0,85; y = 0,55.$$

$$N = 1,3 \times 20^{0,75} \times 0,2^{0,85} \times 0,01^{0,55} = 0,28 \text{ кВт},$$

Час виходжування $t_{вих} = 0,08$ хв.

Слой, що знімається при виходжуванні: $a_{вих} = 0,05$ мм.

Перевіряємо достатність потужності двигуна шліфувального шпинделя.

Верстат мод. 3М152:

$$N_{ин} = N_{об} \times \eta = 10 \times 0,85 = 8,5 \text{ кВт},$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна верстата (10 кВт); η – ККД верстата (0,85).

$N \leq N_{\text{дв}}$ (0,28 < 8,5), отже обробка можлива.

Аналогічно розраховуємо режими різання на інші операції і заносимо результати розрахунків в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Зведена таблиця режимів різання

№ операції	Найменування операції, переходу	Глибина різання t , мм	Довжина різання $L_{\text{рез}}$, мм	Подача $S_0(S_p)$, мм/об (мм/зуб)		Швидкість v , м/хв		Частота обертання, n хв ⁻¹		Хвилинна подача S_m , мм/хв
				розрахункова	прийнята	розрахункова	прийнята	розрахункова	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерування торців	2,45	55	0,1	0,1	162	156,45	257,8	249	24,9
	2. Свердління центрових отворів	2,5	13	0,06	0,06	29,44	29,15	585	580	34,8
015	Токарна з ЧПК Установ А									
	1. Чорнове точіння поверхонь $\varnothing 30,2$, $\triangleright 1:10, \varnothing 46, \varnothing 60,6, \varnothing 68,6, \varnothing 52,8, \varnothing 84,6$	3	20	0,7	0,7	98,7	90	372	370	259
	2. Чистове точіння поверхонь $\varnothing 45,4, \varnothing 54,8, \varnothing 60,2, \varnothing 68, \varnothing 52, \varnothing 84,2$, фаски,	1	61	0,52	0,52	114,1	114	800	800	416
	3. Точіння канавки	2	3	0,17	0,17	60	60	330	330	56,1
	4. Нарізання різі М30х2-8g	1,5	26	0,3	0,3	54,45	54,45	578	578	222,88
	Установ Б									
	1. Чорнове точіння поверхонь $\varnothing 48,5; \varnothing 50,8; \varnothing 62,4; \varnothing 52,4$	3	62	0,7	0,7	117	117	630	630	441
	2. Чистове точіння поверхонь $\varnothing 50,2; \varnothing 62; \varnothing 52$, торец і фаски	1,5	7	0,52	0,52	155,7	155,7	800	800	416
3. Точіння канавки	2	3	0,17	0,17	60	60	330	330	56,1	
4. Нарізання різі М48х1,5-8g	1,5	22	0,3	0,3	54,45	54,45	578	578	222,88	
025	Обробна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розгорнути 2 центрових отвори одночасно.	0,1	8,3	0,35	0,35	6	6	50	50	17,5

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
030	Вертикальнофрезерна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати шпоночний паз ($L=52^{+1}$, $b=12_{-0,061}^{-0,018}$) 3. Фрезерувати шпоночний паз ($L=25\pm 0,5$, $b=8\pm 0,2$)	5 2	52 20	1,13 1,13	1,13 1,13	17,83 17,83	17,7 17,7	473 473	470 470	531,1 531,1
040	Токарна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Нарізати виток черв'яка $S = 10.05$ $H=6,4$	15	128	19,7	25,1 3	126,2	126,2	480	480	700
050	Обробна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розгорнути 2 центрових отвори, одночасно	0,1	8,3	0,35	0,35	6	6	50	50	17,5
055	Круглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати пов. $\varnothing 45$, пов. $\varnothing 45_{-0,1}$, пов. $\varnothing 60\pm 0,0095$, пов. $\varnothing 84$	0,2	35	0,01	0,01	37,1 м/сек	37,1 м/сек	1450	1450	14,5
060	Торцекруглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати пов. $\varnothing 50\pm 0,08$ и торец.	0,01	32	0,1	0,1	35 м/сек	34,85 м/сек	185,7	185	37
065	Круглошліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати конічну поверхню	0,03	54	0,003	0,003	35 м/сек	35 м/сек	262	262	0,786
070	Різешліфувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати виток черв'яка	0,03	108	0,01	0,01	35 м/сек	35 м/сек	1320	1320	13,2
075	Вигладжування 1. Вигладжувати поверхню $\varnothing 45_{-0,1}$	-	35	0,23	-	141	141	1000	1000	-

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок і проектування автоматичного верстатного пристосування для фрезерування шпонкового паза

2.1.1 Призначення пристосування

Дане пристосування призначене для базування валів по зовнішній циліндричній поверхні і їх закріплення при фрезеруванні шпонкових пазів.

У пристосуванні заготовка встановлюється на призму і впирається торцем в торцеву поверхню призми. Під дією тиску стисненого повітря, що подається в пневмоциліндр, поршень разом зі штоком переміщається вправо. Переміщаючись поршень рухає клин. При русі клина вправо повзуни розходяться, повертаючи важелі і здійснюється затиск заготовки. При русі поршня і штока вліво відбувається відкріплення заготовки. Пристосування встановлюється на стіл вертикально-фрезерного верстата і кріпиться за допомогою чотирьох болтів.

2.1.2 Розрахунок приводу пристосування

Визначаємо силу різання при фрезеруванні шпоночного пазу [13]:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}, \quad (2.1)$$

де t – глибина фрезерування, в мм;

s_z – подача на зуб фрези, в мм/зуб;

B – ширина фрезерування, в мм;

z – число зубів фрези;

D – діаметр фрези, в мм;

n – частота обертання фрези в об/хв;

K_{Mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу.

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

$$K_{Mp} = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,3} = 1,09$$

Коефіцієнт C_p і показники степені x, y, u, q, w визначаємо згідно [13].

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 12^{1,0} \cdot 2}{12^{0,86} \cdot 500^0} \cdot 1,09 = 5728 \text{ Н.}$$

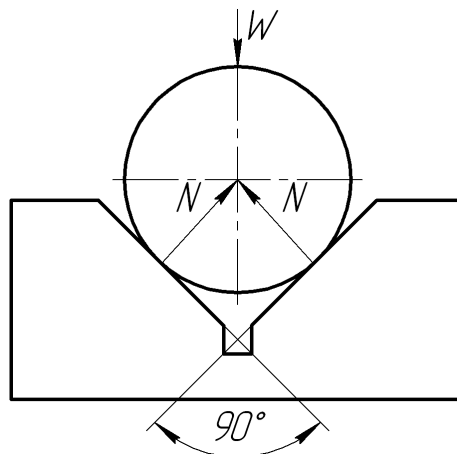


Рисунок 2.1 – Схема сил, діючих на заготовки

Необхідне зусилля для закріплення заготовки визначається за формулою [13]:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2 \cdot \sin \alpha}, \quad (2.3)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя між прихватами і заготовкою;

f_2 – коефіцієнт тертя між заготовкою і призмою;

k – коефіцієнт запасу.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.4)$$

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

$k_1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує ступінь затуплення інструменту;

$k_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність припуску;

$k_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує уривчастість різання;

$k_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує мінливість сил закріплення;

$k_5 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує мінливість положення сил на поверхнях контакту настановних елементів з заготовкою.

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7.$$

$$W = \frac{2,7 \cdot 5,728}{0,5 + 0,15 \cdot \sin 90^\circ} = 23,8 \text{ кН.}$$

Визначаємо зусилля на штоку пневмоциліндру:

$$Q = W \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_{np}), \quad (2.5)$$

де φ_{np} – приведений кут тертя кочення на похилій площині клина;

α – кут підйому клина.

$$Q = 23,8 \cdot (\operatorname{tg}(5^\circ + 3^\circ) + \operatorname{tg} 3^\circ) = 3,6 \text{ кН.}$$

Визначаємо діаметр циліндру

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (2.6)$$

де p – тиск повітря в МПа;

Q – сила зажима в Н;

η – загальний ККД пневмоприводу.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3600}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 92,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 100$ мм.

2.1.3 Розрахунок пристосування на міцність

Виконуємо перевірочний розрахунок вісі по напрузі, що допускається, на зріз [13].

$$\tau = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau], \quad (2.7)$$

де F – сила, діюча в радіальному напрямку вісі в Н;

d – діаметр вісі в мм;

$[\tau]$ – допустиме напруження на зріз в МПа.

Для Сталі 45 ДСТ 1050-88 $[\tau] = 110$ МПа.

$$\tau = \frac{4 \cdot 1818}{3,14 \cdot 16^2} = 10,7$$

Вісь з матеріалу сталь 45 ДСТ 1050-88 витримує навантаження, що прикладається, так як $\tau = 10,7$ МПа $< [\tau] = 110$ МПа.

2.2 Проектування допоміжних пристроїв

В якості допоміжного пристрою виконаємо проектування пружного

алмазного вигладжувателя, що застосовується при необхідності отримання надгладенької поверхні.

Алмазне вигладжування відрізняється порівняно малою площею контакту інструмент – деталь, тому застосовується при обробці нежорстких деталей, міцних і загартованих матеріалів. Алмазне вигладжування зовнішніх, внутрішніх і фасонних поверхонь аналогічно обробці роликками і кульками. При алмазному вигладжуванні обробка поверхневим пластичним деформуванням проводиться в умовах тертя ковзання (з малим коефіцієнтом тертя), а при обкатці роликками і кульками - тертя кочення. Робочим інструментом служать прості за конструкцією державки з наконечниками з природних і штучних алмазів у вигляді півсфери, циліндра або конуса. Вигладжують деталі жорстким або нежорстким (підпружиненим) інструментом. Номенклатура деталей, оброблюваних алмазними вигладжувачами, надзвичайно велика.

Вигладжування є одним з методів обробно-зміцнюючої обробки поверхні пластичним деформуванням і полягає в пластичній деформації оброблюваної поверхні ковзаючим по ній інструментом - виглаживачем, закріпленим в оправці алмазним кристалом, який має такі властивості:

- висока твердість;
- низький коефіцієнт тертя;
- висока ступінь чистоти;
- висока теплопровідність.

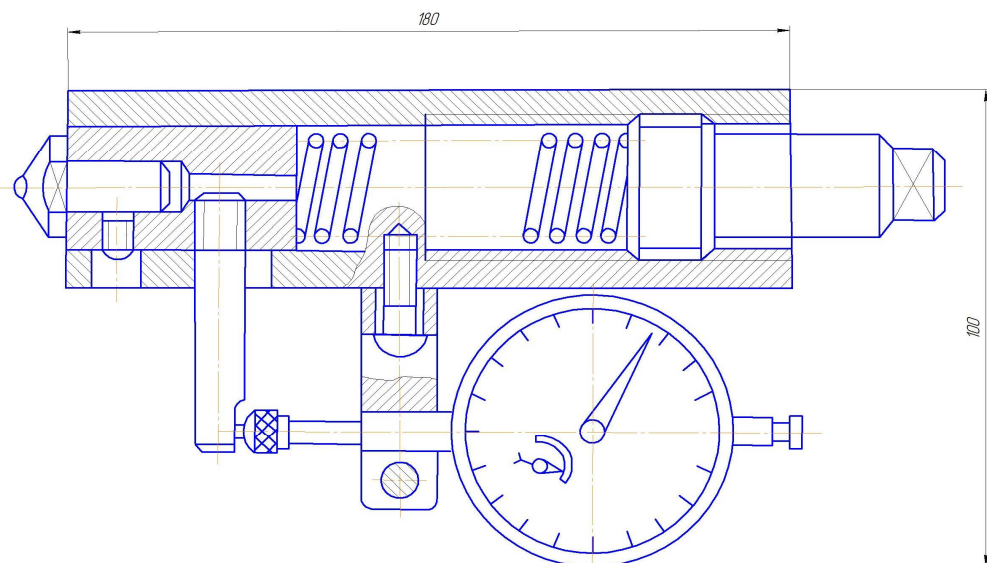


Рисунок 2.2 – Пружній алмазний вигладжувач

Вигладжування проводиться: для зменшення шорсткості поверхні (обробка), зміцнення поверхневого шару, підвищення точності розмірів і форм деталей (калібрування).

Притиснутий до оброблюваної поверхні з силою інструмент проникає в неї на глибину R_d і при своєму русі згладжує вихідні нерівності. Висота шорсткості в напрямку швидкості (поздовжня шорсткість) зазвичай значно менше, ніж висота поперечної шорсткості (в напрямку подачі). Після проходу інструменту відбувається часткове пружне відновлення поверхні. Попереду вигладжувача утворюється валик пластично деформованого металу, передня поверхня вигладжувача навантажується набагато більше, ніж задня поверхня. З цієї причини, а також внаслідок адгезійної взаємодії між деталлю і інструментом в процесі вигладжування виникає тангенціальна складова сили.

Розглянемо тепер деформацію поверхневого шару в напрямку подачі.

При поздовжньому переміщенні вигладжувач розсовує метал поверхневих нерівностей, що деформуються, в сторони. При цьому з боку вихідної поверхні утворюється валик деформованого металу, а з боку вигладженої поверхні відбувається спотворення профілю канавок, що утворилися при попередніх оборотах деталі в результаті пластичної течії металу, що видавлюється з-під вигладжувача в сторону вигладженої поверхні. Найбільшою мірою спотворюється профіль канавки, утвореної на попередньому оберті. Після кожного оберту оброблюваної деталі канавка-слід вигладжувача переміщається в осьовому напрямку на величину подачі S . При цьому відбувається багаторазове перекриття її при наступних обробках оброблюваної деталі, тому що ширина канавки більше величини подачі. З боку невідгладженої поверхні утворюється валик деформованого металу, права напівповерхня (в напрямку подачі) навантажена набагато більше, ніж ліва напівповерхня. Тому в процесі вигладжування виникає осьова сила.

В результаті пластичного деформування оброблюваної поверхні відбувається згладжування вихідних нерівностей і утворення нового мікрорельєфа поверхні зі значно меншою висотою нерівностей. Розмір деталі зменшується на величину залишкової деформації. На величину і форму

нерівностей, що утворюються, впливає також неоднорідність шорсткості поверхні і твердість оброблюваної поверхні, коливання сили вигладжування, викликані биттям деталі та ін. Це викликає відхилення вихідного мікрорельєфу від отриманого при деформації поверхні.

Утворений в результаті алмазного вигладжування мікрорельєф поверхні обумовлюється наступними факторами:

- кінематикою процесу (напрямок взаємного переміщення інструменту і оброблюваної деталі);
- величиною вихідної шорсткості;
- формою і розміром робочої частини алмазу;
- величиною втискання алмазу в оброблювану поверхню;
- пластичним перебігом матеріалу, що обумовлює появу вторинної шорсткості;
- шорсткістю робочої частини алмазу;
- величиною пружного відновлення поверхні після вигладжування.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Нормування технологічних операцій

У середньосерійному виробництві розраховується норма штучно-калькуляційного часу [12]:

$$t_{ум-к.} = t_{ум.} + \frac{t_{н.з.}}{n}, \quad (3.1)$$

де $t_{ум.}$ – штучний час, хв;

$t_{н.з.}$ – підготовчо-заклучний час;

n – розмір партії деталей.

Штучний час визначається за формулою:

$$t_{ум.} = t_{он} + t_{об.омд}, \quad (3.2)$$

де $t_{он}$ – оперативний час, хв;

$t_{об.омд}$ - час на обслуговування робочого місця, відпочинок робітника, визначається у відсотках від оперативного часу.

Операція 015 – токарна з ЧПК

Визначаємо основний час [12]:

$$t_0 = \frac{L \times i}{S_0 \times n} \quad (3.3)$$

де L – довжина робочого ходу, в мм;

i – кількість проходів;

S_0 – подача на оборот, в мм/об;

n – частота обертання шпинделя, в хв⁻¹.

$$L = I + y + \Delta \quad (3.4)$$

де I – довжина різання, в мм.;

y – величина врізання, в мм.;

Δ - величина перебігу, в мм.;

$$L_1 = 331 + 35 + 8 = 374 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{374 \times 1}{0,7 \times 370} = 1,44 \text{ хв}$$

Отже $t_0 = 1,44$ хв.

Визначаємо допоміжний час [12]:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в.у}} + t_{\text{м.в}} = 1,3 + 0,15 = 1,45 \text{ хв}, \quad (3.5)$$

де $t_{\text{в.у}}$ – час на встановлення і закріплення деталі, хв;

$t_{\text{м.в}}$ – час, пов'язане з виконанням допоміжних ходів і переміщень інструменту при обробці поверхонь, хв.

Визначаємо оперативний час:

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{в}} = 1,44 + 1,45 = 2,89 \text{ хв}. \quad (3.6)$$

Визначаємо час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{орг.об}} = 2\% \times t_{\text{оп}} = 0,02 \times 2,89 = 0,06 \text{ хв}. \quad (3.7)$$

Визначаємо час на відпочинок:

$$T_{\text{відп}} = 2\% \times t_{\text{оп}} = 0,02 \times 2,89 = 0,06 \text{ хв}.$$

Визначаємо штучний час:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{орг.об}} + t_{\text{відп}} = 2,89 + 0,06 + 0,06 = 3,01 \text{ хв}. \quad (3.8)$$

Визначаємо підготовчо - заключний час $t_{\text{п.з}} = 30 \text{ хв}$.

Визначаємо штучно - калькуляційний час.

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n} = 3,01 + \frac{30}{56} = 3,55 \text{ хв}. \quad (3.9)$$

де n – кількість деталей в партії ($n = 56$ шт).

Операція 030 – вертикально- фрезерувальна

Виконується фрезерування паза по довжині $L=52^{+1}$ мм.

Основний час на операцію [12]:

$$t_o = 10,8 \text{ хв}.$$

Допоміжний час [12]:

- вмикання і вимикання верстата: $t_1 = 0,05$ хв;

- підведення і відведення інструменту: $t_2 = 0,07$ хв;

- час переміщення фрезерної головки: $t_3 = 0,15$ хв;

$$t_{\text{в}} = 0,05 + 0,07 + 0,15 = 0,27 \text{ хв}.$$

Оперативний час:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{в}}$$

$$t_{\text{оп}} = 10,8 + 0,27 = 11,07 \text{ хв}.$$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок [12]:

$$t_{обс} = 0,076 t_{он};$$

$$t_{обс} = 0,076 * 11,07 = 0,84 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$t_{шт} = t_{он} + (t_{опр.об} + t_{відн}) = 11,07 + 0,84 = 11,91 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{н.з} = 21 + 4 + 3 + 2 = 30 \text{ хв.};$$

$$t_{ш.к} = t_{шт} + \frac{t_{н.з}}{n}; \quad (3.10)$$

$$t_{ш.к} = 11,9 + \frac{30}{56} = 12,4 \text{ хв.}$$

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця норм часу

Номер операції	Найменування операції	Осн овний час	Допо міжний час	Опера тивний час	Час обслу говування та відпочинку	Штуч ний час	Підго товчо - заклю чний час	Вели чина партії	Штучно -кальк. час
010	Фрезерно-центровальна	4,82	0,47	5,29	0,22	5,51	18	56	5,83
015	Токарна з ЧПК	1,44	1,45	2,89	0,12	3,01	30		3,55
025	Обробна	0,3	0,9	1,5	0,85	2,35	10		2,52
030	Вертикально-фрезерувальна з ЧПК	10,8	0,27	11,07	0,84	11,91	30		12,4
040	Токарна	21,2	1,45	22,6	0,51	23,1	30		23,61
050	Обробна	0,3	0,9	1,5	0,85	2,35	10		2,52
055	Круглошліфув.	1,82	0,41	2,23	4,4	6,63	10		6,08
060	Торцекруглошліфувальна	1,9	0,54	2,44	3,3	5,74	10		5,92
065	Круглошліфув.	1,82	0,41	2,23	4,4	6,63	10		6,08
070	Різешліфув.	11	1,48	12,5	0,39	13,5	23		13,9
075	Вигладжування	2	0,8	2,8	0,21	3,01	10	3,18	

Робимо уточнення типу виробництва [5].

В цьому випадку для нового технологічного процесу по формулі 3.11 розраховуємо необхідну кількість обладнання за операціями.

Визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з,н}}, \quad (3.11)$$

де N – річна програма, шт.;

$T_{шт(шт-к)}$ – штучний або штучно-калькуляційний час;

F_d – дійсний фонд часу, ч. ($F_d=4029$);

$\eta_{з,н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, ($\eta_{з,н}=0,85$).

За формулами 3.12 і 3.13 визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця і кількість операцій, що виконуються на робочому місці.

$$\eta_{з,ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.12)$$

де P – прийнята кількість верстатів.

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці, визначається за формулою:

$$O = \frac{\eta_{з,н}}{\eta_{з,ф}}, \quad (3.13)$$

Сумарне число операцій $\Sigma O=178,19$.

Визначимо коефіцієнт закріплення операцій за формулою:

$$K_{з,о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.14)$$

де P – принята кількість верстатів.

$$K_{з,о} = \frac{178,19}{12} = 14,85$$

Згідно ДСТ 3.1121-84 коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з,о}=14,85$ відповідає середньосерійне виробництво ($K_{з,о}=10...20$).

Розраховані значення для всіх операцій заносимо в зведену таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахункові дані для уточнення типу виробництва

Операція	$T_{шт},$ хв.	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
Фрезерно-центрувальна	5,51	0,064	1	0,064	13,21
Токарна з ЧПК	3,01	0,035	1	0,035	24,18
Обробна	2,35	0,027	1	0,027	30,97
Вертикально-фрезерувальна з ЧПК	11,91	0,139	1	0,139	6,11
Токарна	23,1	0,270	1	0,270	3,15
Різешліфувальна	13,5	0,158	1	0,158	5,39
Обробна	2,35	0,027	1	0,027	30,97
Круглошліфувальна	6,63	0,077	1	0,077	10,98
Торцекруглошліфув.	5,74	0,067	1	0,067	12,68
Круглошліфувальна	6,63	0,077	1	0,077	10,98
Різешліфувальна	13,5	0,158	1	0,158	5,39
Вигладжування	3,01	0,035	1	0,035	24,18
Загалом			12		178,19

3.2 Організація робочого місця верстатника

При проектуванні виробничих процесів і розробці плану розташування обладнання і робочих місць на ділянці необхідно мати на увазі основні положення наукової організації праці та технічної етики, виконання яких сприяє створенню найбільш сприятливих умов для працюючих і підвищенню продуктивності праці [3].

Зовнішньої плануванням робочого місця є розміщення основного устаткування, оснащення, підйомно-транспортних засобів, пристосувань, заготовок і готових деталей.

Під робочим місцем розуміється організаційна зона виробничої площі, призначеної для виконання певних робіт і оснащена необхідними матеріально-технічними засобами праці, обладнанням.

При будь-якій формі організації роботи для найкращого використання обладнання і досягнення максимальної продуктивності праці необхідно, крім всіх технічних можливостей верстата, інструменту та пристосування, передбачити раціональну організацію робочого місця, забезпечує безперервність роботи верстата. Для цього потрібно усунути втрати часу і затримки, що викликаються зайвими рухами та ходінням несвоєчасного подання матеріалу, незручним розташуванням заготовок, інструменту на робочому місці.

Раціональна організація робочого місця передбачає необхідну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш досконалу планування.

У механічних цехах серійного виробництва на робочому місці токаря зберігається багато різного інструменту і пристосувань. Для зберігання використовують інструментальну тумбочку з планшетом і прийомним столиком, на верхній полиці якого встановлюють тару з заготовками, а на нижній зберігаються пристосування і необхідний інструмент. Є дерев'яні ґрати під ноги робітника. У тумбочці є два відділення відповідно для зберігання інструменту робітника, що працює в першу і другу зміну.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Ідентифікація та аналіз шкідливих і небезпечних факторів на ділянці виготовлення черв'яка

Організація охорони праці на підприємстві є однією з найважливіших задач і обов'язків адміністрації. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімуму ймовірність ураження або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. До таких факторів належать [15, 16]:

1) Запиленість повітря, що надає шкідливий вплив на дихальну систему людини.

2) Електричний струм. Дія електричного струму може виникнути при аварійній ситуації в електричному ланцюзі. Струм справляє на людину термічний вплив (опіки), викликає задуху, а так само, при тривалому часу дії, значною силою може викликати летальний результат.

3) Шум, що виникає при роботі обладнання цеху. Викликає підвищену стомлюваність працівника, знижує працездатність, знижує увагу, що підвищує ймовірність виникнення травматизму.

4) Вібрація виникає внаслідок роботи обладнання. Вібрація, що передається безпосередньо на руки працівника погано впливає на суглоби. Загальна вібрація може впливати на організм людини в цілому, так як її частота може не збігатися з біологічної частотою внутрішніх органів.

5) Освітлення має бути достатнім для виконуваної роботи. Недостатня освітленість погано впливає на зір працівника, призводить до підвищеної стомлюваності очей, а отже і до підвищеного травматизму.

6) Рухомі частини виробничого обладнання, які рухаються, вироби і заготовки, транспортні засоби, що пересуваються по цеху. Це може привести до пошкодження працівників механічного характеру і навіть до летального результату.

7) Стружка оброблюваних матеріалів, інструментів, ламких при роботі, відмови обладнання. Все це так само призводить до всіляких травм механічного

характеру, як під час роботи, так і після роботи при збиранні робочого місця.

8) Висока температура печей на операції термічної обробки, висока температура поверхонь оброблюваної деталі і інструменту. При експлуатації цей фактор може привести до опіків різного ступеня тяжкості, а так само до виникнення пожеж.

4.2 Розробка заходів безпеки при експлуатації ділянки виготовлення черв'яка

Загальні вимоги з охорони праці:

1. До самостійної роботи на металорізальних і заточувальних верстатах з сухими абразивним кругом допускаються особи, що пройшли медичний огляд, а також навчання і інструктаж з правил експлуатації і техніки безпеки, склали іспити і отримали відповідні посвідчення.

2. При переведенні на роботу з використанням нового обладнання робочий зобов'язаний ознайомитися з конструкцією, методами безпечної роботи на ньому і пройти позаплановий інструктаж з охорони праці.

3. Робітники повинні працювати в спецодязі, спецвзутті, а також використовувати, при необхідності, інші засоби індивідуального захисту (захисні окуляри тощо). Одяг повинен бути застібнутий на всі гудзики. Крім того, необхідно працювати в головному уборі, яке повністю закриває волосся. Працювати на верстатах у взутті легкого типу (сандалях, босоніжках, тапочках і т.д.) забороняється.

4. Робочі-верстатники повинні містити в справності і чистоті обладнання, інструмент та робоче місце, а роботу виконувати, стоячи на дерев'яних решітках.

5. Складати матеріали та готову продукцію на стелажах і інших пристосуваннях в спеціально відведених місцях. Забороняється розміщувати матеріали та вироби в проходах і проїздах, на підлозі поблизу робочого місця.

6. Відходи слід зберігати в спеціальних ящиках і кожну зміну прибирати.

7. Обтиральні і мастильні матеріали повинні зберігатися в щільно закритих спеціально відведених ящиках.

8. Механічні передачі металорізальних верстатів і інші, що обертаються, і рухомі частини верстатів повинні мати огорожі. Оброблювані вироби, що виступають за габарити верстатів, повинні бути огорожені стійкими запобіжними пристосуваннями.

9. На робочому місці слід зберігати тільки ті інструменти і пристосування, заготовки та готові вироби, які необхідні для виконання роботи в цю зміну.

10. Верстатник зобов'язаний:

10.1. знати пристрій верстата, вміти визначати несправності;

10.2. заготовки і деталі вагою більше 16 кг піднімати із застосуванням підйомних механізмів і використанням спеціальних захоплень;

10.3. дотримуватися вимог виробничої санітарії і гігієни праці;

10.4. дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку організації.

Вимоги з охорони праці перед початком роботи:

11. Перевірити верстати на холостому ходу, при цьому переконатися в справності:

- органів управління - електричних кнопкових пристроїв, гальм, фіксації важелів включення і переключення, що виключають можливість самовільного перемикавання з холостого ходу на робочий;

- переконатися в тому, що системи змащення й охолодження працюють безперебійно.

12. При установці ріжучого і свердлувального інструменту перевірити:

- правильність заточування інструменту для обробки даного матеріалу;

- міцність кріплення оправлення і фрези;

- кріплення свердла в патроні і правильність центрування його з віссю шпинделя верстата. Застосовувати свердла з правильною заточкою.

13. Перед початком роботи верстатник зобов'язаний:

- перевірити справність верстата, інструментів і допоміжних пристосувань;

- перевірити наявність і справність огорожень, заземлюючих і занулюючих пристроїв.

Вимоги з охорони праці під час роботи:

14. Під час роботи верстата стежити за надійністю кріплення огорожувальних і запобіжних пристроїв і не знімати їх.

15. Якщо на металевих частинах верстата виявлена напруга (відчуття струму), електродвигун працює на дві фази (гуде), заземлення обірване або виявлені інші несправності електрообладнання, негайно зупинити верстат і доповісти майстру або начальнику цеху про несправності; без його вказівок до роботи не приступати.

16. Не брати і не давати через працюючі верстати будь-які інструменти, предмети.

17. Обов'язково зупинити верстат і вимкнути електродвигун:

- при відході від верстата навіть на короткий час;
- при тимчасовому припиненні роботи;
- при збиранні, мастиллі, чищенні верстатів;
- при перерві в подачі електроенергії;
- при виявленні будь-якої несправності в обладнанні;
- при підтягуванні болтів, гайок і інших сполучних деталей верстата.

Вимоги з охорони праці після закінчення роботи:

18. Вимкнути верстат і електродвигун.

19. Привести в порядок робоче місце: прибрати стружку з верстата, інструменти і пристосування покласти у відведене місце, акуратно поскладати готові деталі, заготовки.

20. Використані обтиральні матеріали необхідно прибрати в спеціальні металеві ящики з кришками.

Вимоги з охорони праці в аварійних ситуаціях:

21. В разі виявлення несправності, яка загрожує життю працівників, необхідно негайно припинити роботу і доповісти про це керівнику, майстру або механіку.

22. В разі пожеж, стихійних лих, оголошення надзвичайних ситуацій необхідно негайно припинити роботу, знеструмити верстат і виконати розпорядження керівництва.

23. У разі нещасного випадку необхідно зупинити обладнання, надати допомогу потерпілому, викликати швидку допомогу, доповісти керівнику.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було виконано наступні дослідження та розрахунки:

В першій частині виконано аналіз призначення та умов роботи деталі «Черв'як», яка є складовою черв'ячної передачі редуктора, визначено тип виробництва – середньосерійний; виконано аналіз технологічності деталі; обрано та обґрунтовано метод отримання заготовки; розроблено маршрут виготовлення деталі, розраховано припуски на обробку поверхонь деталі «Черв'як» та режими різання.

У другій частині розглянуто проектування технологічного обладнання для удосконалення виконання механічної обробки деталі «Черв'як», а саме: спроектовано пристосування призначене для базування валів по зовнішній циліндричній поверхні і їх закріплення при фрезеруванні шпоночних пазів та допоміжне пристосування для пружного алмазного вигладжування поверхні, для якої необхідно отримання надчистої якості.

У третій частині виконано розрахунок норм часу технологічного процесу, а також розглянуто основні заходи щодо організації робочого місця верстатника.

У розділі охорона праці вивчені небезпечні і шкідливі для здоров'я працівників чинники, які діють на ділянці виготовлення проекрованої деталі, розроблені технічні, технологічні, організаційні рішення щодо усунення цих чинників, розроблені рекомендації по експлуатації та використання обладнання.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513с.
4. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
6. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
7. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
9. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X
10. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К. : ІСДО, 1993. — 180 с. : іл. — ISBN 5-7763-1585-4
11. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972.

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990.

13. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. - 415с.

14. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

15. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.

16. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

17. ДСТ 12.1.013-78 Будівництво. Електробезпека.

18. ДСТ 7505-89 Поковки сталні штаповані.

19. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

20. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

21. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Сєвєродонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.

ДОДАТКИ