

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

на здобуття освітнього ступеня
бакалавр

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі "Стакан ОЛВ 52.68"

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МП-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

		Фецич Б.М.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Керівник		Васильків В.В..	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Нормоконтроль		Дячун А.Є.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Завідувач кафедри		Окіпний І.Б.	
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	
Рецензент			
	(підпис)	(прізвище та ініціали)	

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

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

студенту Фецичу Богдану Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виготовлення
деталі “Стакан ОЛВ 52.68”

Керівник роботи Васильків Василь Васильович, доктор технічних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » 01 2024 року № 4/7 -79

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі, інформація про технологічні можливості машино-
будівного підприємства (перелік устаткування тощо), крупносерійний тип виробництва

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Розробити ТП виготовлення деталі та спроектувати необхідне спорядження.

2. Вибрати пристрій для закріплення деталі (патрон гідропластовий)

3. Вибрати пристосування для контролю радіального биття

4. Розробити схему наладки на операцію тонкого розточування

5. Визначити особливості техніки безпеки та пожежної профілактики, а також
основні вимоги до вентиляції виробничих приміщень при реалізації розробленого
технологічного процесу виготовлення деталі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Креслення деталі – 1 лист А3,

2. Креслення заготовки, – 1 лист А3;

3. Патрон гідропластовий – 1 лист А1,

4. Технологічні наладки на операцію тонкого розточування – 1 лист А1,

5. Пристосування для контролю радіального биття – 1 лист А1

6. Розмірні ланцюги – 1 лист А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 3.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Аналітична частина</i>	02.02.2024	
	<i>Науково-дослідна частина</i>	14.22.2024	
	<i>Технологічно-конструкторська частина</i>	09.03.2024	
	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	06.03.2024	
	<i>Виконання графічної частини</i>	14.05.2024	
	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	18.05.2024	
	<i>Подання роботи до кафедри та попередній захист</i>		
	<i>Захист бакалаврської роботи</i>	28.06.2024	

Студент

(підпис)

Фецич Б.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Васильків В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі "Стакан ОЛВ 52.68" містить чотири розділи та додатки. Обсяг основної частини роботи – 48 сторінок формату А4. Графічна частина складається з 4,5 аркушів формату А1. У додатках наведено додаткові таблиці і рисунки, специфікації та комплект технологічної документації.

Метою дипломної роботи є розроблення ТП виготовлення деталі на основі урахування переліку технологічного устаткування машинобудівного підприємства.

Прийняті конструкторсько-технологічні рішення дозволяють ефективно реалізувати технологію виготовлення стакана з мінімальними затратами часу та матеріальних ресурсів.

Записка в основній частині містить 7 таблиць, 3 рисунки та перелік посилань з 25 одиниць.

Ключові слова: технологічний процес, механічне оброблення, заготовка, стакан.

ЗМІСТ

Вступ

ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції деталі

1.2 Визначення типу та організаційної форми виробництва

1.3 Аналіз технологічності деталі

1.4 Висновки до розділу та задачі

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування заготовки

2.2 Структуризація методів оброблення поверхонь

2.3 Розмірний аналіз технологічного процесу

2.4 Розрахунок припусків механічного оброблення заготовки для отримання отвору $\varnothing 50H6$

2.5. Вибір технологічного спорядження та інструментів

2.6. Розрахунок режимів різання аналітичним методом

2.7 Нормування технологічного процесу

2.8 Висновки до розділу

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Проектування гідропластового затискного патрона

3.1.1 Розрахунок конструктивних параметрів гідропластового затискного патрона

3.1.2 Розрахунок гідропластового затискного патрона на точність

3.1.3 Функціонування гідропластового затискного патрона

3.1.4 Силовий розрахунок гідропластового затискного патрона

3.2 Пристрій для контролю радіального биття

3.2.1. Принцип функціонування контрольного пристосування

3.2.2. Розрахунок точності пристрою для контролю радіального биття

3.3 Висновки до розділу

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Техніка безпеки та пожежна профілактика

4.2. Вентиляція виробничих приміщень. Основні вимоги до неї

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТОК А. Таблиці, рисунки

ДОДАТОК Б. Специфікації

ДОДАТОК В. Комплект технологічної документації

Вступ

Дрібносерійне виробництво є основною формою сучасного машинобудування, забезпечуючи близько 75% всієї продукції галузі. Воно займає проміжну позицію між одиничним та масовим виробництвом. Для досягнення раціональних технологічних рішень необхідно обрати устаткування, спорядження та інструменти, а також, за необхідності, розробити спеціальне спорядження з урахуванням технологічних можливостей машинобудівного виробництва конкретного підприємства. Сучасна інтенсифікація виробництва в машинобудуванні, особливо в умовах збройної агресії росії проти нашої держави, тісно пов'язана з необхідністю активізації темпів технічного переоснащення та модернізації виробничих засобів на основі новітніх наукових і технічних практик, використання сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій [23]. Технічні інновації, підготовка та впровадження нових видів продукції та модернізація виробництва охоплюють процеси вибору, проектування та виготовлення технологічного спорядження. Необхідно також обґрунтовано визначити методи оброблення поверхонь деталей, оптимальні режими та економічну доцільність різних проектних рішень.

Постійне зростання вимог до якості деталей та необхідність підвищення продуктивності устаткування ставлять перед сучасними технологами завдання збільшення продуктивності механічного оброблення з покращенням якості оброблюваних поверхонь.

Для вирішення цієї проблеми необхідно знаходити оптимальні технічні рішення для підвищення продуктивності та якості механічного оброблення.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції деталі

Стакан «ОЛВ 52.68» у класифікаторі деталей у машинобудуванні належить до 71 класу тіл обертання. Його максимальний зовнішній діаметр становить $\varnothing 92h7$. У конструкції передбачена: різь М105×3, два різьбові отвори М8-6Н, наскрізний отвір $\varnothing 16^{+0,18}$, який розміщений перпендикулярно зовнішньої циліндричної поверхні, ступінчатий отвір з діаметрами $\varnothing 50H6$ та $\varnothing 30H6$, кільцева канавка $\varnothing 83$, а також на внутрішньому торці та зовнішній циліндричній поверхні розміщені канавки. Останній елемент є технологічним: для виходу шліфувального круга.

Серед особливих технічних вимог слід відзначити допуск на, відповідно, торцеве та радіальне биття відносно лівого торця та зовнішньої поверхні деталі.

Матеріалом деталі є сталь Сk45 DIN17200, вітчизняним аналогом якої є сталь 45.

1.2 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Як відомо, тип виробництва визначають на основі норм, які пов'язують масу деталі з величиною річної програми випуску N [2, 3]. Так як $N = 1000$ шт. і вага деталі 5,1 кг то тип виробництва середньо-серійний, так як $m < 8$ кг та N лежить в інтервалі 500..5000.

Партію запуску визначаємо за формулою:

$$N_{\text{зап}} = \frac{N \cdot q}{250},$$

де q – кількість запасних деталей на складі: $q = 8$ днів.

Після розрахунків маємо $N_{\text{зап}} = 32$ шт.

Виготовлення деталі характеризується груповою формою організації виробництва.

На підприємстві, на якому планується здійснювати виготовлення деталі технологічний парк металорізального устаткування містить такі верстати:

1. Токарний верстат мод. ZMM CU500M/1000
2. Свердлильний верстат мод. JET GHD-50PF
3. Круглошліфувальний універсальний напівавтомат мод. 3У12УВФ10
4. Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д740А
5. Півавтомат двохсторонній горизонтальний алмазно-розточний мод.

2714П

6. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20ПФ3
7. Напівавтомат восьмишпиндельний 1К282

Проектований ТП повинен базуватися на використанні такого устаткування.

1.3 Аналіз технологічності деталі

Деталь «Стакан ОЛВ 52.68» є достатньо технологічною, так як містить поверхні обертання, торцеві поверхні та площини. Слід відзначити, що згідно технічних вимог передбачено низьку шорсткість та високу точність лівої торцевої поверхні та зовнішньої та внутрішньої циліндричної поверхонь, зокрема центрального ступінчатого отвору. Загалом виріб характеризується достатньою кількістю усіх необхідних конструктивних елементів, які забезпечують досягнення необхідних вимог якості та точності поверхонь. Деталь є достатньо жорсткою та виконана з легко оброблювального матеріалу.

Для проведення аналізу технологічності кількісним методами деталь структурована на елементарні поверхні (рис.А.1), опис яких наведено у таблиці 1.1.

Кількісну оцінку технологічності проведемо по показникам точності та шорсткості поверхонь деталі [1-3, 9, 10].

- значення коефіцієнта точності

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}} > 0,8,$$

де T_{cp} - середній квалітет точності конструктивних об'єктів:

Таблиця 1.1 - Структуризація поверхонь деталі «Стакан ОЛВ 52.68»

Номер	Кількість	Тип конструктивного елемента	Розмірний ідентифікатор	Шорсткість Ra, мкм
1	1	Торець	60IT14/2	1,6
3	1		110 _{-0,1}	0,80
7	1		30 _{-0,5}	6,3
15	1		110±0,1	6,3
2	1	Циліндрична: внутрішня	ø50h6	0,80
12	1		ø16 _{+0,18}	6,3
16	1		ø30h6	0,80
11	1	зовнішня	ø90h7	0,8
8	1	Канавка	ø89h14	3,2 6,3
13	1		ø83H14	
17	1		ø38h14	
4	1	Фаска	2×45°	6,3
6	1		2×45°	
9	2		1×45°	
14	1		5×45°	
5	1	Різь: зовнішня	M105X3	3,2
10	2	внутрішня	M8-6H	

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

де T_i - квалітет точності i -го конструктивного об'єкту,

n_i - кількість конструктивних елементів відповідного квалітету точності.

Після підстановлення даних бачимо, що деталь технологічна, так як

$$T_{cp}=13,1; K_T=0,95>0,8.$$

Умова технологічності за коефіцієнтом шорсткості

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}} < 0,32,$$

де Ra_{cp} - середнє значення показників шорсткості деталі:

$$Ra_{\varphi} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

де Ra_i - значення шорсткості i -го конструктивного елемента,

n_i - кількість конструктивних елементів з однаковим значенням параметра шорсткості.

Тому

$$Ra_{\varphi} = 4,08;$$

$$K_{III} = \frac{1}{4,08} = 0,245 < 0,32$$

Отже, деталь в цілому є технологічною, так як $K_{III} < 0,320$.

1.4 Висновки до розділу та задачі дипломної роботи

У розділі наведено опис конструкції деталі, розглянуті питання визначення типу та організаційної форми виробництва, аналізу технологічності деталі. Зокрема за показниками коефіцієнтів точності шорсткості деталь є технологічною.

Для вирішення питання розроблення ТП виготовлення валу ОЛВ 52.68 необхідно вирішити такі питання:

1. Виконати обґрунтування вибраного способу отримання початкової заготовки
2. Структурувати методи оброблення поверхонь заготовки.
3. Провести розмірний аналіз технологічного процесу.
4. Виконати розрахунок припусків механічного оброблення заготовки для отримання отвору $\varnothing 50H6$.
5. Здійснити вибір технологічного спорядження та інструментів.
6. Виконати розрахунок режимів різання аналітичним методом.
7. Здійснити нормування технологічного процесу.

8. Проектування затискного патрона з гідропластом.
9. Провести розрахунок конструктивних параметрів затискного патрона з гідропластом. В рамках цього виконати розрахунок затискного патрона з гідропластом на точність, описати принцип функціонування пристрою, виконати силовий розрахунок.
10. Вибрати пристрій для контролю радіального биття. В рамках цього описати принцип функціонування контрольного пристосування та виконати розрахунок його точності.
11. Розглянути питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.
12. Розробити комплект технологічної та конструкторської документації на виготовлення деталі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування заготовки

Як відомо, основними факторами, які впливають на вибір методу отримання заготовки є форма виробу, розмір, точність, якість поверхні, тип виробництва, матеріал тощо.

З огляду на це, можливими способами отримання початкової заготовки є методи лиття [1, 22, 24] та оброблення металів тиском: штампування на кривошипних гаряче-штампувальних пресах та штампування на молотах.

Масу поковки визначаємо так

$$M_{ПР.} = M_{Д.} \cdot K_{Р.},$$

де $M_{ПР.}$ - маса початкової заготовки (поковки) у кг;

$M_{Д.}$ - маса стакану ОЛВ 4.71 у кг;

$K_{Р.}$ - уточнюючий коефіцієнт.

Після розрахунку маємо

$$M_{ПР.} = 8,41 \text{ кг.}$$

На основі цього визначаємо характеристики поковки: клас точності Т4, група сталі М2 (масова частка вуглецю в матеріалі входить в інтервал від 0,35%, до 0,65%), конфігурація поверхні роз'ємну штампів типу П, індекс поковки М2С1Т4 - 13.

Показник ступеня складності поковки розраховують на основі маси простої фігури (циліндра) M_f , яка охоплює оброблювану заготовку.

На основі використання методів параметричного та ескізного креслення та технологій 3D-моделювання з використанням сучасних САД-систем [18-21] нами отримано: маса поковки $M_{РОС}=8,34$ кг, маса простої фігури (циліндра) $M_f=8,61$ кг.

Коефіцієнт відношення маси поковки до маси фігури становить 0,971.

На основі такого значення визначаємо ступінь складності поковки – С1.

Припуски на виконання заготовки є такими:

- | | |
|---|--|
| 1) 60IT14/2 Ra1,6 – 1,8 | 5) 30 _{-0,5} Ra3,2 – 1,7 |
| 2) $\phi 50H6$ Ra0,80 – 2 (на сторону) | 6) $\phi 90h7$ Ra0,80 – 2 (на сторону) |
| 3) 110 $\pm$ 0,1 Ra0,80 – 2,2 | 7) 110 $\pm$ 0,1 Ra6,3 - 2 |
| 4) M105 $\times$ 3 Ra3,2 – 2 (на сторону) | 8) $\phi 30H6$ Ra0,80 – 1,9 (на сторону) |

На основі нормативних документів визначаємо припуск, що залежить від вгнутості та відхилення від плоскості чи прямолінійності (0,4 мм), а також припуск щодо зміщення поверхні роз'ємну штампів (0,5 мм).

У конструкції заготовки передбачаємо наявність штампувальних схилів на зовнішніх поверхнях 3°, на внутрішніх - 5°, радіусів заокруглень - 2,5 мм.

Із технологічних міркувань виконання центрального отвору при отриманні форми початкової заготовки ми не передбачаємо.

Допуски на розміри заготовки є такими

- 1) 60IT14/2 Ra1,6: 60 $^{+1,6}_{-0,9}$
- 2) $\phi 50H6$ Ra0,80: $\phi 45^{+1,6}_{-0,9}$
- 3) 110 $\pm$ 0,1 Ra0,80, Ra6,3: 115 $^{+1,1}_{-2,1}$
- 4) M105 $\times$ 3 Ra3,2: $\phi 110^{+1,1}_{-2,1}$
- 5) 30_{-0,5} Ra3,2: 35 $^{+0,8}_{-1,4}$
- 6) $\phi 90h7$ Ra0,80: $\phi 95^{+1,0}_{-1,8}$
- 7) $\phi 30H6$ Ra0,80: $\phi 25^{+1,4}_{-0,8}$

Після виконання 3D-моделі заготовки на основі таких припусків визначаємо масу поковки: вона становить 6,56 кг.

Отже коефіцієнт використання матеріалу $K_{BM}=0,712$.

Схема спроектованої поковки, яку можна отримати способом штампування на КГШП наведена на рисунку А.2.

2.2 Структуризація методів оброблення поверхонь

Структуризація методів оброблення поверхонь наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Методи, які забезпечують утворення поверхонь із заданими показниками точності та якості поверхонь

Код поверхні	Кількість	Тип поверхні та код схеми базування	Спосіб отримання		Розмірний ідентифікатор	Параметр шорсткості Ra, мкм
1 3 7 15	1 1 1 1	Торці 15, 11 5,3	Точіння	за два переходи і шліфування за два переходи	60IT14/2 110 _{-0,1} 30 _{-0,5} 110±0,1	1,60 0,80 3,20 6,30
2 12 16 11	1 1 1 1	Циліндричні: внутрішні: 15, 11 5,3 5,3 та 11, 15 зовнішні: 5,3 та 2,3		Розточування за 4 переходи Свердління та зенкерування Свердління та зенкерування Точіння за два переходи і наступне шліфування за 2 переходи	ø50h6 ø16 _{+0,18} ø30h6 ø90h7	0,80 6,30 0,80 0,80
8 13 17	1 1 1	Канавки 5,3 15, 11	Точіння	за один перехід	ø89h14 ø83H14 ø38h14	3,20 6,30
4 6 9 14	1 1 2 1	Фаски 15, 11 5,3 5,3 5,3		Точіння за один перехід	2×45° 1×45° 5×45°	6,30
5 10	1 2	Різи: зовнішня: 15, 11 внутрішня: 5,3	Точіння, з насупним нарізанням різи за один перехід За один перехід: свердління, зенкування, нарізання різи		M105×3 M8-8H	3,20

Основні технологічні операції є такими:

005. Переміщення початкової заготовки на дільницю механічного оброблення;

010. Токарна (підрізання торців, точіння циліндричних поверхонь, точіння канавок, фасок, свердління та зенкерування отвору);

015. Токарна (підрізання торця, точіння циліндричної поверхні, точіння фаски, нарізання різі);

020. Вертикально-свердлильна (свердління та зенкерування отвору $\varnothing 15^{+0,43}$, послідовне свердління двох отворів $7^{+0,2}$, зенкування на них фасок та нарізання різей);

025. Круглошліфувальна (шліфування зовнішньої циліндричної поверхні);

030. Плоскошліфувальна (шліфування торця заготовки);

035. Тонке розточування (точіння ступінчастого отвору та підрізання внутрішнього торця меншого отвору).

Схеми базування деталі на операціях 015 та 020 наведено на рисунку А3. Деталізована структура ТП наведена у комплекті технологічної документації, представлена у додатку В.

2.3 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірний аналіз технологічного процесу здійснюємо на основі відомою методикою [15]. Початкова розмірна схема оброблення заготовки наведена на рисунку А.4. На рисунку 2.1 зображено граф, у якому технологічні розміри та розміри заготовки позначені у вигляді дуг. У ньому замкнутий контур описує розмірний ланцюг. Для виділення окремих розмірних ланцюгів виділяють контури з одним однократно використовуваним ребром початкового дерева.

Із графа бачимо, що ланцюги із замикаючою ланкою у формі конструкторського розміру є такими:

$$1. -A_1 + S_5 = 0$$

$$2. -A_2 + S_5 - S_7 = 0$$

$$3. -A_3 - S_2 + S_1 - S_5 = 0 \quad A_2 = 60 \pm 0,37 \quad (T = 0,74 \text{ мм})$$

$$A_1 = 110 \pm 0,1 \quad (T = 0,2 \text{ мм}) \quad A_1 = 30_{-0,5} \quad (T = 0,5 \text{ мм})$$

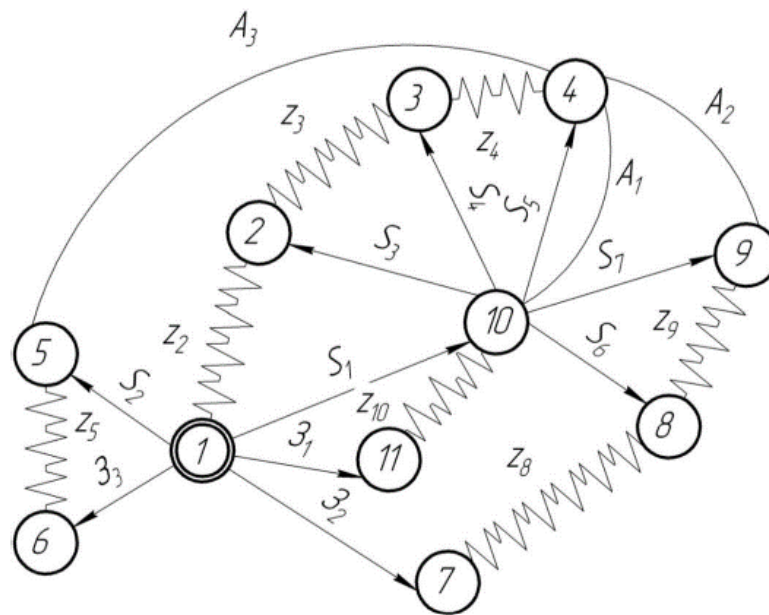


Рисунок 2.1 - Граф оброблення заготовки

Необхідною умовою має бути рівність допуску замикаючої ланки сумі допусків інших ланок розмірного ланцюга, тобто

$$T_{A1} = T_{S5} = 0,2 \text{ мм}$$

$$T_{A2} = T_{S5} + T_{S7} = 0,74 \text{ мм},$$

На основі цього бачимо, що допуск технологічного розміру S_7 є таким:

$$T_{S7} = T_{A2} - T_{S5} = 0,74 - 0,2 = 0,54$$

Для обраних методів механічного оброблення допуск розміру S_7 лежить в межах 13-14-го квалітетів точності.

$$T_{A3} = T_{S2} + T_{S1} + T_{S5} = 0,5 \text{ мм},$$

Звідси сума допусків для розмірів S_1 та S_2 є такою:

$$T_{S2} + T_{S1} = T_{A3} - T_{S5} = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ мм}.$$

Такий допуск для розмірів S_1 та S_2 лежить в межах 10-11-го квалітетів. Однак існують труднощі в його реалізації за один перехід.

З огляду на це існує необхідність у змінах ТП через додання додаткового етапу оброблення поверхонь для яких необхідно забезпечити 11 квалітет точності.

Граф такого розмірного ланцюга наведено нижче на рисунку 2.2.

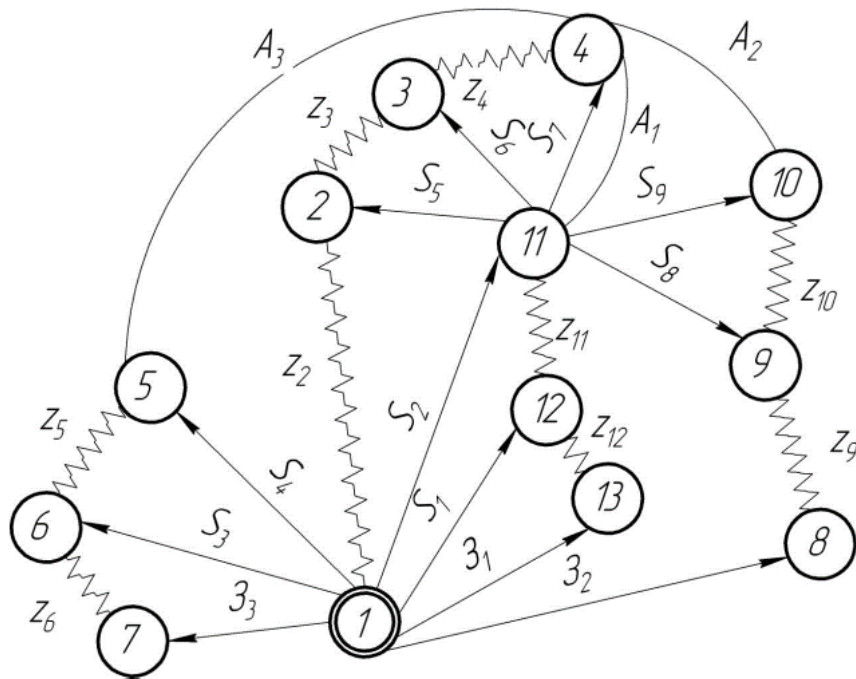


Рисунок 2.2 – Оновлений граф розмірного ланцюга, який виконаний відповідно до внесених змін

Відповідна розмірна схема ТП, що враховує внесені зміни наведена на рисунку А.4.

Залежності, що описують розмірні ланцюги є такими:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. $-A_1 + S_7 = 0$ | 7. $-z_5 + S_3 - S_4 = 0$ |
| 2. $-A_2 + S_7 - S_9 = 0$ | 8. $-z_6 + z_3 - S_3 = 0$ |
| 3. $-A_3 - S_4 + S_2 - S_7 = 0$ | 9. $-z_{10} - S_9 + S_8 = 0$ |
| 4. $-z_4 + S_6 - S_7 = 0$ | 10. $-z_{11} - S_2 + S_1 = 0$ |
| 5. $-z_3 + S_5 - S_6 = 0$ | 11. $-z_{12} - S_1 + z_1 = 0$ |
| 6. $-z_2 + S_2 - S_5 = 0$ | 12. $-z_9 - S_8 + S_2 - z_2 = 0$ |

Так як конструкторський розмір є замикаючою ланкою, тому необхідно визначити номінальні розміри, допуски та відповідні їх граничні відхилення. Їх розраховуємо на основі використання способу граничного сумування, тобто так званого способу максимуму-мінімуму.

$$A_{\text{ном}} = \sum S_{i\text{ном}}^{\text{уб}} - \sum S_{i\text{ном}}^{\text{ум}}; A_{\text{min}} = \sum S_{i\text{min}}^{\text{уб}} - \sum S_{i\text{max}}^{\text{ум}}; A_{\text{max}} = \sum S_{i\text{max}}^{\text{уб}} - \sum S_{i\text{min}}^{\text{ум}}$$

Отже, для першого ланцюгу: $S_7 = A_1 = 110 \pm 0,1$

На основі цього, розміри другого ланцюга визначаємо так

$$\begin{aligned}
 A_2 &= S_7 - S_9 \\
 A_{2\min} &= S_{7\min} - S_{9\max} & S_{9\min} &= S_{7\max} - A_{2\max} \\
 S_{9\max} &= S_{7\min} - A_{2\min} & S_{9\min} &= 110,1 - 60,37 = 49,73 \\
 S_{9\max} &= 109, -59,63 = 50,27 & S_{9\text{ном}} &= 50,27_{-0,54}
 \end{aligned}$$

Третій ланцюг визначається невідомими розмірами S_4 чи S_2 . Так як припуск є замикаючою ланкою то для розрахунків ми використовуємо його мінімальне значення. На основі цього ми виконуємо визначення мінімального значення шуканого розміру для якого встановлено допуски h , H чи J_s за основним відхиленням згідно визначеного квалітету точності за даною операцією. При цьому розміри заготовки ми визначаємо на основі нормативних документів.

Порядок розрахунків ланцюгів є таким:

4-5-6-9-10-11-3-7-8-12

Залежності для розрахунків розмірів ланцюгів наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення розмірів ланцюгів

№ з/п	Номер ланцюга у порядку розрахунку	Аналітичні залежності, які визначають розмірні характеристики ланцюга
1	2	3
1	4	$z_{4\min} = S_{6\min} - S_{7\max}$ $S_{6\min} = z_{4\min} + S_{7\max} = 0,15 + 110,1 = 110,25$ $S_{6\max} = S_{6\min} + IT(S_6) = 110,25 + 0,87 = 111,12$ $S_{6\text{ном}} = 111,12_{-0,87}$
2	5	$z_{3\min} = S_{5\min} - S_{6\max}$ $S_{5\min} = z_{3\min} + S_{6\max} = 0,15 + 111,12 = 111,27$ $S_{5\max} = S_{5\min} + IT(S_5) = 111,27 + 0,87 = 112,14$ $S_{5\text{ном}} = 112,14_{-0,87}$
3	6	$z_{2\min} = S_{2\min} - S_{5\max}$ $S_{2\min} = z_{2\min} + S_{5\max} = 1 + 112,14 = 113,14$ $S_{2\max} = S_{2\min} + IT(S_2) = 113,14 + 0,2 = 113,34$ $S_{2\text{ном}} = 113,34_{-0,2}$

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
4	9	$z_{10\min} = S_{8\min} - S_{9\max}$ $S_{8\min} = z_{10\min} + S_{9\max} = 0,4 + 50,27 = 50,67$ $S_{8\max} = S_{8\min} + IT(S_8) = 50,67 + 0,74 = 51,41$ $S_{8ном} = 51,41_{-0,74}$
5	10	$z_{11\min} = S_{1\min} - S_{2\max}$ $S_{1\min} = z_{11\min} + S_{2\max} = 0,4 + 113,34 = 113,74$ $S_{1\max} = S_{1\min} + IT(S_1) = 113,74 + 0,87 = 114,61$ $S_{1ном} = 114,61_{-0,87}$
6	11	$z_{12\min} = 3_{1\min} - S_{1\max}$ $3_{1\min} = z_{12\min} + S_{1\max} = 1 + 114,61 = 115,61$ $3_{1\max} = 3_{1\min} + IT(3_1) = 115,61 + 3,2 = 118,81$ $3_{1ном} = 3_{1\max} - es = 118,81 - 1,1 = 117,71_{-2,1}^{+1,1}$
7	3	$A_3 = S_7 - S_2 + S_4$ $A_{3\max} = S_{7\max} - S_{2\min} + S_{4\max}$ $S_{4\max} = A_{3\max} - S_{7\max} + S_{2\min} = 30 - 110,1 + 113,14 = 33,04$ $S_{4\min} = A_{3\min} - S_{7\min} + S_{2\max} = 29,5 - 109,9 + 113,34 = 32,94$ $S_{4ном} = 33,04_{-0,1}$
8	7	$z_{5\min} = S_{3\min} - S_{4\max}$ $S_{3\min} = S_{4\max} + z_{5\min} = 33,04 + 0,4 = 33,44$ $S_{3\max} = S_{3\min} + IT(S_3) = 33,44 + 0,62 = 34,06$ $S_{3ном} = 34,06_{-0,62}$
9	8	$z_{6\min} = 3_{3\min} - S_{3\max}$ $3_{3\min} = z_{6\min} + S_{3\max} = 1 + 34,04 = 35,06$ $3_{3\max} = 3_{3\min} + IT(3_3) = 35,06 + 2,2 = 37,26$ $3_{3ном} = 3_{3\max} - es = 37,26 - 0,8 = 36,46_{-1,4}^{+0,8}$
10	12	$z_{9\min} = S_{2\min} - S_{8\max} - 3_{2\max}$ $3_{2\max} = -z_{9\min} + S_{2\min} - S_{8\max} = -1 + 113,14 - 51,41 = 60,73$ $3_{2\min} = 3_{2\max} - IT(3_2) = 60,73 - 2,5 = 58,23$ $3_{2ном} = 3_{2\max} - es = 60,73 - 1,6 = 59,13_{-0,9}^{+1,6}$

Результати розрахунків зведені у таблиці А.1 додатку А.

2.4 Розрахунок припусків механічного оброблення заготовки для отримання отвору $\varnothing 50H6$

Визначення припусків здійснюємо розрахунково-аналітичним методом [12, 25].

Як відомо, визначення припусків внутрішніх поверхонь обертання здійснюють на основі висоти нерівностей Rz_{i-1} профілю, висоти дефектного шару T_{i-1} та просумованого значення просторових відхилень ρ_{i-1} поверхні на попередньому переході, а також похибки встановлення заготовки ε_{yi} :

$$2z_{i\min} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

При цьому, сумарне значення просторових відхилень визначають на основі відхилення форми внаслідок короблення $\rho_{кор}$ та ексцентричності ρ_z отвору в оброблюваній заготовці:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_z^2},$$

У даному випадку

$$\rho_z = 1,0 \text{ мм}.$$

Для початкової заготовки:

$$Rz = 160 \text{ мкм}, T = 200 \text{ мкм}$$

Відхилення форми через короблення

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l,$$

де l – довжина оброблюваної поверхні;

Δ_k – питоме викривлення:

$$\Delta_k = 0,7 \text{ мкм/мм}$$

$$\rho_{кор} = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ мкм}.$$

$$\text{Тому } \rho = \sqrt{42^2 + 1000^2} = 1000,88 \text{ мкм};$$

Похибку встановлення ми визначимо на основі похибок базування ε_b та закріплення ε_z .

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2},$$

У нашому випадку використовується трьохкулачковий патрон, тому $\varepsilon_\delta = 0$.
(так як об'єктом є поверхня обертання) $\varepsilon_z = 30 \text{ мкм}$

Тому

$$\varepsilon_y = \varepsilon_z = 30 \text{ мкм};$$

Для переходу чорнового розточування мінімальний припуск є таким:

$$2z_{\text{чрн рст min}} = 2 \left(160 + 200 + \sqrt{1000,88^2 + 30^2} \right) = 2723 \text{ мкм}$$

На інші технологічні переходи припуски ми розраховуємо за вищеповеденими формулами з урахуванням коефіцієнтів уточнення для кожного проходу, які визначають сумарне значення просторових відхилень та похибки встановлення оброблюваної заготовки:

$$\rho_i = K_y \rho_{i-1};$$

$$\varepsilon_{yi} = K_y \varepsilon_{yi-1},$$

де K_y – уточнюючий коефіцієнт: $K_y = 0,06$ (для чорнового розточування), $K_y = 0,04$ (для чистового розточування), $K_y = 0,02$ (для тонкого розточування).

На основі викладеного ми проводимо розрахунок діаметру заготовки та проміжних технологічних розмірів отримання отвору $\phi 50\text{H}6$ з округленням значень знаку десяткового дробу величини допуску відповідного переходу. Отримані результати дозволяють розробити схему розміщення припусків та допусків.

Допуск на отримання отвору $\phi 50\text{H}6 \left(\begin{smallmatrix} +0,016 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ способом тонкого розточування:

$$TD^{\text{трст}} = 0,016 \text{ мм.}$$

Відповідні граничні розміри

$$D_{\text{max}}^{\text{трст}} = D_{\text{ном}}^{\text{дет}} + ES$$

$$D_{\text{min}}^{\text{трст}} = D_{\text{ном}}^{\text{дет}} - EI$$

$$D_{\text{max}}^{\text{трст}} = 50 + 0,016 = 50,016$$

$$D_{\text{min}}^{\text{трст}} = 50 - 0 = 50,000$$

Граничні значення технологічних розмірів при реалізації чистового розточування

$$D_{\max}^{\text{чст рст}} = D_{\max}^{\text{т рст}} - 2z_{\min}^{\text{т рст}}$$

$$D_{\max}^{\text{чст рст}} = 50,016 - 0,070 = 49,946$$

Для допуску чистового розточування відповідно до Н8:

$$TD^{\text{чст рст}} = 0,039 \text{ мм}; \quad D_{\min}^{\text{чст рст}} = D_{\max}^{\text{чст рст}} - TD^{\text{чст рст}}; \quad D_{\min}^{\text{чст рст}} = 49,946 - 0,039 = 49,907$$

Граничні значення технологічного розміру для напівчистового розточування та величина допуску для чистового розточування відповідно до Н10 є такими:

$$TD^{\text{пчст рст}} = 0,10 \text{ мм};$$

$$D_{\max}^{\text{пчст рст}} = D_{\max}^{\text{чст рст}} - 2z_{\min}^{\text{чст рст}}$$

$$D_{\max}^{\text{пчст рст}} = 49,946 - 0,183 = 49,763 \cong 49,76$$

$$D_{\min}^{\text{пчст рст}} = D_{\max}^{\text{пчст рст}} - TD^{\text{пчст рст}}$$

$$D_{\min}^{\text{пчст рст}} = 49,76 - 0,10 = 49,66$$

Аналогічно граничні значення технологічного розміру для чорнового розточування та величину допуску для чистового розточування відповідно до Н14 ми визначаємо так:

$$TD^{\text{чрн рст}} = 0,62 \text{ мм};$$

$$D_{\max}^{\text{чрн рст}} = D_{\max}^{\text{пчст рст}} - 2z_{\min}^{\text{пчст рст}}$$

$$D_{\max}^{\text{чрн рст}} = 49,76 - 0,520 \cong 49,24$$

$$D_{\min}^{\text{чрн рст}} = D_{\max}^{\text{чрн рст}} - TD^{\text{чрн рст}}$$

$$D_{\min}^{\text{чрн рст}} = 49,24 - 0,62 = 48,62$$

Значення номінального та граничного розмірів заготовки, а також допуску на заготовку ми визначаємо так:

$$TD^{\text{заг}} = 2,5 \text{ мм} (ES = +1,6; EI = -0,9); \quad D_{\max}^{\text{заг}} = D_{\max}^{\text{чрн рст}} - 2z_{\min}^{\text{чрн рст}}$$

$$D_{\min}^{3a2} = D_{\max}^{3a2} - TD^{3a2} \quad D_{\text{НОМ}}^{3a2} = D_{\max}^{3a2} - ES$$

$$D_{\min}^{3a2} = 46,5 - 2,5 = 44 \quad D_{\text{НОМ}}^{3a2} = 46,5 - 1,6 = 44,9$$

Результати розрахунків систематизовані у таблиці А.2, а схема розміщення припусків та міжопераційних розмірів наведена нижче на рисунку 2.3. Інші припуски знаходимо табличним методом [8].

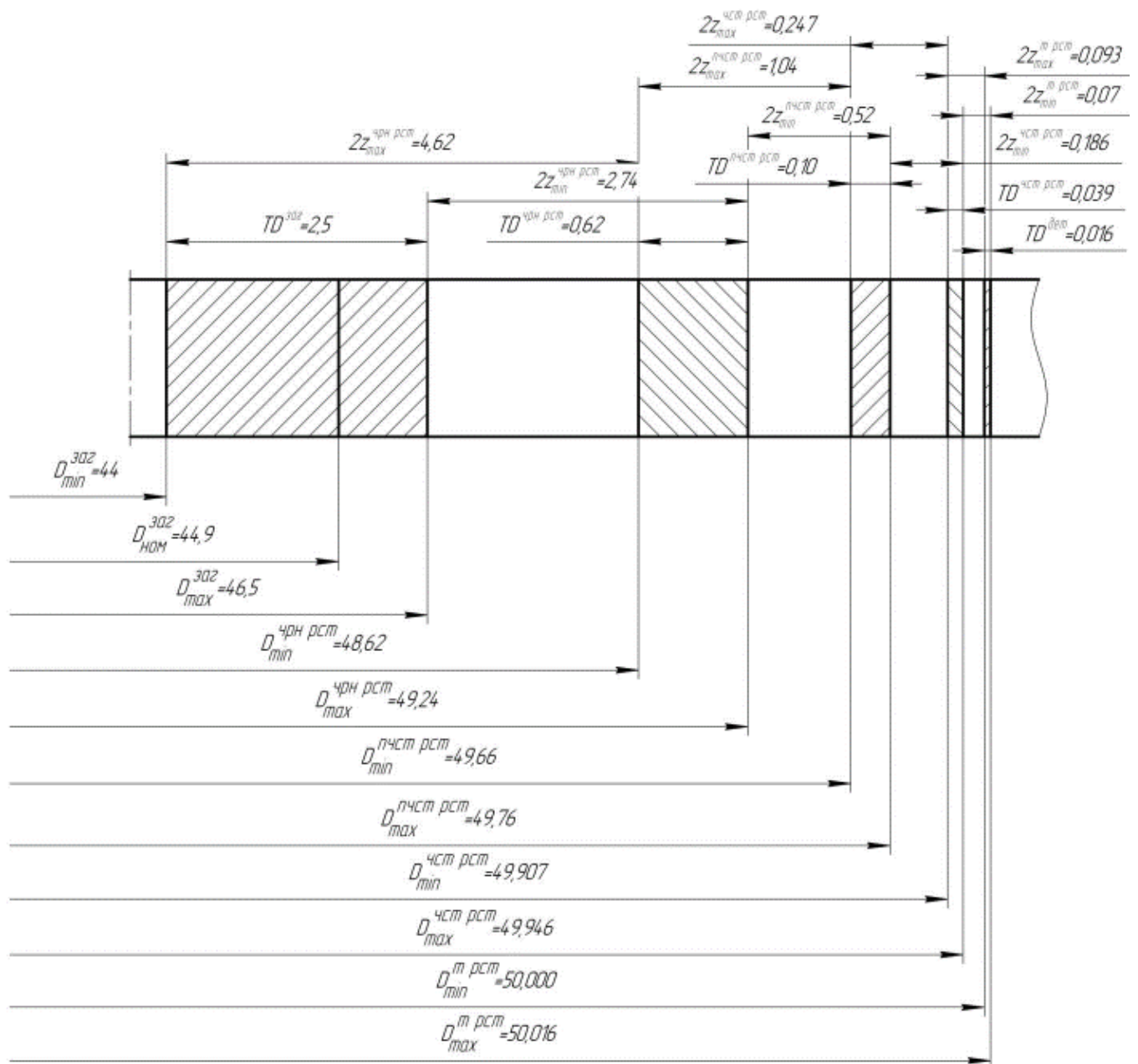


Рисунок 2.3 - Схема розміщення припусків, допусків та міжопераційних розмірів

2.5. Вибір технологічного спорядження та інструментів

Вибране технологічне спорядження, устаткування та інструменти зведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технологічне спорядження, устаткування та інструменти

Номер операції	Технологічне устаткування	Контрольно-вимірювальний інструмент		Технологічне спорядження та інструменти	
005	Електрокара ЕК-2			Палета 458-639	
010 Токарна	Токарний верстат мод. ZMM CU500M/1000	Штангенциркуль ШЦК-Т-1-150-0,01 ГОСТ 166-89		Патрон 8160-0059, PCLNL 2020K12 Різець T15K6 ТУ 2-035-892-82	Різець Walter Tools P204; 2136-0505 Різець P6M5 ГОСТ 18875-73; Сверло ø16 HSS DeWalt DT5078-QZ; Сверло ø18 HSS DeWalt DT5068-QZ; 293-349 Зенкер спеціальний
015 Токарна	Токарний верстат мод. ZMM CU500M/1000		Кільце ГОСТ 17766-72		Різець Sandvik Coromant A204; Різець Sandvik Coromant R166; Різець Walter Tools P305
020 Свердлильна	Свердлильний верстат мод. JET GHD-50PF		Мікрометр МВП 75-100 ГОСТ 4380-93	Сверло ø15 HSS DeWalt DT5032-QZ; Сверло ø7 HSS DeWalt DT5032-QZ; Зенкер ø16 Sandvik Coromant R416.2A-16; Зенковка Sandvik Coromant R365; Мічик Sandvik Coromant E573; Втулка 6101-0123 ГОСТ 18258-72 ; Лещата Stanley 183069	
025 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний універсальний напів-автомат мод. 3У12УВФ10			Круг 1 250x30x76 63A 40-П С1 К 35 м/с А	Оправа 7127-1489 ГОСТ 31.1076.02-85
030 Плоскошліфувальна	Плоскошліфувальний верстат мод. 3Д740А			1кл. ГОСТ 2424-83	
035 Алмазно-розточна	Півавтомат двохсторонній горизонтальний алмазно-розточний мод. 2714П		8133-0291 Калібр-пробка ГОСТ 16780-71; 8133-0273 Калібр-пробка ГОСТ 16780-71	ДР 20-143.02.00 Патрон гідропластовий; 234-562 Борштанга	

Закінчення таблиці 2.3

040 Контрольна		Пристрій для контролю радіального биття ДР20-143.04.00	СТІЛ ВТК
-------------------	--	--	----------

2.6. Розрахунок режимів різання аналітичним методом

Визначення режимів різання здійснюємо на основі використання стандартної методики, описаної в працях [3, 13, 25]. Позначення елементів формул ми не наводимо, так як вони відповідають загальноприйнятим. Елементи розрахунків режимів різання для переходу чорнового точіння $\phi 91,61_{-0,87}$ (операція 010) та режимів різання для переходу для свердління $\phi 7+0,2$ на операції 020 наведені у таблицях 2.4 і 2.5.

Значення режимів різання для інших поверхонь знаходимо на основі нормативних довідників. Визначені дані подані у таблиці А.3.

Таблиця 2.4 - Розрахунок режимів різання для переходу чорнового точіння поверхні $\phi 92,62_{-0,87}$

№ з/п	Розрахунковий параметр	Аналітичні залежності, значення їх складових та послідовність та результати розрахунків
1	2	3
1	Глибина різання в мм	$t = z_{\text{ном}} = 1,845 \text{ мм}$
2	Подача в мм/об	$S = 0,8 \text{ мм/об}$
3	Швидкість різання в м/хв	$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad C_v = 420, \quad m = 0,20, \quad x = 0,15, \quad y = 0,2.$ $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Tu} \cdot K_{Tc} \cdot K_{\phi} \cdot K_r, \quad T = 45 \text{ хв}$ $K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}, \quad K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{640} \right)^1 = 1,17$ $\sigma_s = 460 \text{ МПа}, \quad K_v = 1,17 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,66$ $v = \frac{420}{45^{0,20} \cdot 1,845^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \cdot 0,66 = 123,49 \text{ м/хв}$

Закінчення таблиці 2.4

5	Частота обертання шпинделя в об/хв	$n_{\text{шт}} = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}, \quad n_{\text{шт}} = \frac{123,49 \cdot 1000}{3,14 \cdot 91,61} = 429,29 \text{ об/хв}$ З урахуванням паспортних даних верстату мод. ZMM CU500M/1000 прийняте значення $n_{\text{шт}} = 400 \text{ об/хв}$.
6	Реальна швидкість різання в м/хв	$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{шт}}}{1000}, \quad v = \frac{3,14 \cdot 91,61 \cdot 400}{1000} = 115,06 \text{ м/хв}$
7	Сила різання в Н	$P_z = 10 C_P t^x S^y v^n K_P, \quad K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n,$ $C_P = 300, \quad n = -0,15, \quad x = 1, \quad y = 0,75.$ $K_{\text{мр}} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75/0,75} = 0,85$ $K_P = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{рр}},$ $K_P = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83$ $P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,69^1 0,15^{0,75} 115,06^{-0,15} 0,83 = 1086,8 \text{ Н}$
8	Потужність різання в кВт	$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}, \quad N = \frac{1086,8 \cdot 115,06}{1020 \cdot 60} = 2,04 \text{ кВт}$

Таблиця 2.5 - Розрахунок режимів різання для технологічного переходу свердління $\varnothing 7_{+0,2}$ у структурі операції 020

№ з/п	Розрахунковий параметр	Аналітичні залежності, значення їх складових та послідовність та результати розрахунків
1	2	3
1	Глибина різання в мм	$t = 3,5 \text{ мм}$
2	Подача в мм/об	$S = 0,15 \text{ мм/об}$
3	Швидкість різання в м/хв	$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} \cdot K_v, \quad C_v = 7, \quad m = 0,20, \quad q = 0,4, \quad y = 0,7.$ $K_v = K_{\text{мв}} \cdot K_{\text{nv}} \cdot K_{\text{rv}}, \quad K_v = 1,17 \cdot 1 \cdot 1 = 1,17$ $v = \frac{7 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1,17 = 35,4 \text{ м/хв}$
4	Частота обертання шпинделя в об/хв	$n_{\text{шт}} = \frac{35,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 7} = 1610,55 \text{ об/хв}$ З урахуванням паспортних даних верстату мод. JET GHD-50PF $n_{\text{шт}} = 1000 \text{ об/хв}$.

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3
5	Реальна швидкість різання в м/хв	$v = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1000}{1000} = 21,98 \text{ м/хв}$
6	Крутний момент в Нм	$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_P, C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8.$ $K_P = K_{MP} = 0,85$ $M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,85 = 3,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$
7	Осьова сила в Н	$P_O = 10 C_P D^q S^y K_P, C_P = 68, q = 1, y = 0,7$ $P_O = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,85 = 1072,23 \text{ Н}$
8	Потужність різання в кВт	$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, N = \frac{3,15 \cdot 1000}{9750} = 0,32 \text{ кВт}$

2.7 Нормування технологічного процесу

Визначення технологічних норм часу здійснюємо на основі використання стандартної методики, описаної в працях [3, 13, 25]. Позначення елементів формул відповідають загальноприйнятим.

Зокрема, основний технологічний час визначають так:

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i,$$

де l, l_1, l_2 - довжини відповідно оброблюваних поверхонь, величина врізання та перебігу й додаткова довжина пробного проходу;

i – кількість проходів.

Елементи розрахунків таких норм для операції 010 наведено нижче у таблиці 2.6.

Значення технологічних норм часу для інших поверхонь знаходимо на основі нормативних довідників.

У розрахунках допоміжного технологічного часу враховують допоміжний технологічний час встановлення $T_{уст}$, переходу $t_{Вп}$ та вимірювань $T_{вим}$:

$$T_B = T_{уст} + \sum t_{Вп} + T_{вим}, T_B = 5,89 \text{ хв.}$$

На основі цього визначаємо штучний час:

$$T_{шт} = (T_O + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отд}}{100} \right),$$

де $a_{обсл}$ та $a_{отд}$ – затрати часу відповідно на обслуговування робочого місця та відпочинок в %.

$$T_{шт} = (3,21 + 5,89) \cdot \left(1 + \frac{2,5 + 4}{100} \right) = 9,69$$

Отримані дані та результати розрахунків технологічного часу для усіх операцій ТП подано у таблицях 2.6 та А.3.

Таблиця 2.6 - Розрахунок основного технологічного часу для операції 010

Номер переходу	Розрахунок основного технологічного часу	Номер переходу	Розрахунок основного технологічного часу
1	-		
2	$t_{o2} = \frac{45,65 + 4}{630 \cdot 0,596} = 0,13$	8	$t_{o8} = \frac{0,72 + 0}{400 \cdot 0,23} = 0,03$
3	$t_{o3} = \frac{45,65 + 4}{4630 \cdot 0,639} = 0,12$	9	$t_{o9} = \frac{3,72 + 2}{630 \cdot 0,1} = 0,091$
4	$t_{o4} = \frac{79,28 + 2}{400 \cdot 0,8} = 0,25$	10	$t_{o10} = \frac{5 + 2}{80 \cdot 0,8} = 0,11$
5	$t_{o5} = \frac{79,28 + 2}{500 \cdot 1} = 0,16$	11	$t_{o11} = \frac{50 + 2}{200 \cdot 0,277} = 0,94$
6	$t_{o6} = \frac{9,78 + 2}{500 \cdot 0,798} = 0,03$	12	$t_{o12} = \frac{50 + 2}{125 \cdot 0,404} = 1,03$
7	$t_{o7} = \frac{9,78 + 2}{500 \cdot 0,776} = 0,03$	13	$t_{o13} = \frac{50}{160 \cdot 1,078} = 0,29$
$T_o = \sum t_{oi}$, $T_o = 0,13 + 0,12 + 0,25 + 0,16 + 0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,091 + 0,11 + 0,94 + 1,03 + 0,29 = 3,21$			

2.8 Висновки до розділу

У розділі наведено обґрунтування вибраного способу виготовлення початкової заготовки, проведено структуризацію способів оброблення поверхонь, виконано розмірний аналіз технологічного процесу, проведено розрахунок припусків механічного оброблення заготовки для отримання отвору $\varnothing 50H6$, вибрано технологічне спорядження та інструменти, розраховано режими різання аналітичним та нормативним методами, виконано нормування технологічного процесу. На основі таких даних розроблено комплект технологічної документації щодо виготовлення деталі «Стакан ОЛВ 52.68» на основі правил, описаних в [14].

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Проектування гідропластового затискного патрона

3.1.1 Розрахунок конструктивних параметрів гідропластового затискного патрона

Ефективним пристроєм для закріплення деталі є затискний патрон, що оспоряджений гідропластом (гідропластмасою). Він забезпечує фіксацію оброблюваної деталі та її обертання навколо власної поздовжньої осі. Торцева частина деталі упирається в торець патрона, який слугує опорною базою.

Схема базування наведена на рисунку А.3 б у додатку А.

Основним вихідним параметром для проектування конструкції такого затискного патрона є сила різання. Складові її величини ми визначаємо за відомою формулою:

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 0,0465^1 0,1^{0,75} 157^{-0,15} 0,83 = 25,7 \text{ Н}$$

$$P_{z31} = 10 \cdot 300 \cdot 0,124^1 0,1^{0,75} 188,4^{-0,15} 0,83 = 25,7 \text{ Н}$$

$$P_{z32} = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 0,1^{0,75} 188,4^{-0,15} 0,83 = 807,23 \text{ Н}$$

У розрахунках значення коефіцієнтів прийнято такими

$$C_p = 300, \quad n = -0,15, \quad x = 1, \quad y = 0,75 \quad K_p = 0,83$$

Із наведених отриманих результатів бачимо, що максимальне значення силового фактору становить 810 Н.

Вихідними даними для подальших розрахунків є

- максимальний діаметр деталі у зоні затиску $D_d = 90-0,035$;
- діаметр осьового отвору $D_{hole} = 50$
- довжина робочої поверхні затиску $L = 80,0$
- матеріал тонкостінної втулки патрону конструкційна сталь 1.7034 згідно EN 10083.
- відхилення отвору втулки згідно Н9.

Методика проектування такого технологічного спорядження викладена в праці [4].

Товщину стінки втулки ми визначаємо так

$$h = 0.020 D_d + 0.5,$$

$$h = 2,1 \text{ мм}$$

Граничну величину деформації ми визначаємо за формулою

$$[\Delta D] = \frac{\sigma_t \cdot D_d}{E \cdot K},$$

де E – модуль пружності другого роду у МПа

σ_t - границя текучості матеріалу втулки; 10000

Отже $[\Delta D] = 0,306 \text{ мм}$.

З огляду на розміри заготовки, фактична величина деформації втулки

$$\Delta D = S_{\max} = D_{\text{внmax}} - D_{\text{детmin}} = 90,087 - 89,965 = 0,122 \text{ мм},$$

Тоді значення необхідного зусилля для деформації втулки

$$P_1 = \frac{2 \cdot E \cdot h \cdot \Delta D}{0.95 D_d^2 (1 - f(XL))},$$

де $f(XL) = 0$, оскільки

$$XL = \frac{0.9L}{\sqrt{D_d l}} = \frac{0.9 \cdot 80}{\sqrt{90 \cdot 2}} = 5,3$$

Після підставлення значень $P_1 = 123,1 \text{ кгс/см}^2$

На основі цього ми визначаємо значення необхідного зусилля для затиску оброблюваної заготовки

$$P_2 = \frac{P_z D_{\text{отв}}}{\pi \cdot f \cdot LD_d^2},$$

де f – коефіцієнт сили тертя у зоні спряження: $f = 0,15$.

Отже

$$P_2 = 1,29 \text{ кгс/см}^2$$

Таким чином сумарне зусилля

$$P_{\text{sum}} = P_1 + P_2 = 123,88 \text{ кгс/см}^2$$

Діаметр плунжера ми визначаємо за формулою:

$$d_1 = 1.9\sqrt{D_d} = 19 \text{ мм.}$$

Зусилля на штоку затискного патрона

$$F_{\text{шт}} = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot P_{\Sigma},$$

Отже

$$F_{\text{шт}} = 3162,2 \text{ Н}$$

Площу поршня плунжера визначаємо на основі значення величини тиску Р в гідросистемі верстату мод. 2714П.

$$S_D = \frac{F_{\text{шт}}}{P}$$

Для верстату мод. 2714П приймаємо Р=3 МПа. Звідси отримаємо

$$S_d = 1054.06$$

На основі цього визначаємо діаметр поршня

$$D_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4S_D}{\pi}},$$
$$D_{\text{п}} = 36.7$$

Об'єм V_1 гідропластмаси, який необхідний для деформації оболонки

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_{\text{п}}^2}{4} L - \frac{\pi \cdot (D_{\text{п}} - \Delta D)^2}{4} L = \frac{\pi \cdot L}{4} (D_{\text{п}}^2 - (D_{\text{п}} - \Delta D)^2),$$

$$V_1 = \frac{3.14 \cdot 8}{4} (9^2 - (9 - 0,0122)^2) = 1,38 \text{ см}^3$$

Необхідний об'єм гідропластмаси V_2 для її стиснення.

$$V_3 = \frac{\pi \cdot (D_{\text{п}} + 2h + 2H)^2}{4} L - \frac{\pi \cdot (D_{\text{п}} + 2h)^2}{4} L =$$
$$= \frac{\pi \cdot L}{4} ((D_{\text{п}} + 2h + 2H)^2 - (D_{\text{п}} + 2h)^2),$$
$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 8}{4} ((9 + 2 \cdot 0.19 + 2 \cdot 1.35)^2 - (9 + 2 \cdot 0.19)^2) = 78,8 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 0,005 \cdot V_3 \frac{P_z}{100} = 0,005 \cdot 78,8 \frac{124,22}{100} = 0,49 \text{ см}^3,$$

$$V = V_1 + V_2 = 1,38 + 0,49 = 1,87 \text{ см}^3$$

Необхідний хід поршня

$$l = \frac{V}{\pi \cdot d_1^2 / 4}, \quad l = \frac{1,87}{3,14 \cdot 1,8^2 / 4} = 0,74 \text{ см} = 7,4 \text{ мм}$$

Функціональність системи затиску визначаємо на основі забезпечення необхідного крутного моменту

$$[M_{кр}] \leq M_{кр},$$

де $[M_{кр}]$ - величина граничного (допустимого) значення крутного моменту у Нм:

$$[M_{кр}] = 5 \cdot 10^5 m \cdot \sqrt{m} \cdot i \cdot D_d^2, \quad m = \frac{h}{D_d / 2} = \frac{0,19}{9/2} = 0,042, \quad i = [\Delta D] - S_{\max};$$

$M_{кр}$ - розрахункове значення крутного моменту у Нм: $M_{кр} = P_z \cdot D_{отв} / 2,$

Після підстановки значень маємо

$$[M_{кр}] = 59972 \text{ Нсм}; \quad M_{кр} = 2026 \text{ Нсм}$$

Отже, пристрій є функціональним, так як

$$[M_{кр}] = 59972 \text{ Нсм} > M_{кр} = 2026 \text{ Нсм}$$

3.1.2 Розрахунок гідропластового затискного патрона на точність

Основним показником точності патрона в операції 035 Алмазно-розточна є похибка встановлення.

Її визначають за відомою формулою

$$\mathcal{G}_u = \sqrt{\mathcal{G}_{baz}^2 + \mathcal{G}_{zac}^2} + \varepsilon_{fp} + \varepsilon_{zn} + \varepsilon_{sp} + \varepsilon_{vst}$$

де $\mathcal{G}_{baz}$ - величина похибки базування;

$\mathcal{G}_{zac}$ - значення похибки закріплення;

ε_{fp} – похибка, спричинена особливостями форми поверхні у зоні спряження;

ε_{zn} – похибка, спричинена величиною зношення елементів у зоні спряження;

ε_{sp} - значення систематичної похибки;

ε_{vst} – значення похибки встановлення та фіксації на устаткуванні.

Гідропластовий патрон належить до самоцентруючих типів механізмів затиску, тому $\mathcal{G}_{baz} = 0$.

Граничне значення похибки встановлення $\mathcal{G}_u = 10_{мкм}$.

Із умови $\mathcal{G}_u \leq 0,5ITD_{hole}$ бачимо, що необхідна точність забезпечується так як

$$\mathcal{G}_u = 0,010 \leq 0,0125$$

3.1.3 Функціонування гідропластового затискного патрона

Затискний патрон з гідропластом призначений для закріплення на алмазно-розточному напівавтоматі мод. 2714П. Фіксація на столі у пазах здійснюється за допомогою гайок 19 з базуванням за допомогою шпонок 16.

Оброблювану заготовку вслаблюють лівим торцем в патрон до його контакту з внутрішнім торцем тонкостінної втулки 3.

Закріплення оброблюваної заготовки здійснюють завдяки забезпечення необхідної деформації тонкостінної втулки за допомогою гідроплатмаси. Переміщення останньої забезпечується за допомогою гідроциліндру, під'єданого до гідросистеми металорізального верстату мод. 2714П.

Подачу гідроплатмаси здійснюють крізь завантажувальний отвір та регульованого гвинта 15. Такий завантажувальний отвір герметично закривають гвинтом-пробкою 17.

3.1.4 Силний розрахунок гідропластового затискного патрона

У процесі функціонування патрону існує можливість зминання різи M16 штоку через прикладене до неї осьове навантаження.

Величину напруження зминання визначають так [11]

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2) \cdot \frac{H}{S}} \leq [\sigma_{cm}],$$

де P – величина осьового зусилля у різьовому спряженні у Н;
 d і d_1 – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри різі, мм;
 H та S – довжина та крок різі у мм.

Гранична допустима величина напруження зминання

$$[\sigma_{zm}] = 0,80\sigma_T = 279 \text{ МПа}$$

Осьове зусилля

$$P = p_{\Sigma} \frac{\pi \cdot d_1^2}{4},$$

де p_{Σ} – максимальний сумарний тиск у Па;

d_1 – величина діаметра плунжера у м.

Після підстановлення значень

$$P = 3162,6 \text{ Н}; [\sigma_{zm}] = 61,2 \text{ МПа}$$

Отже міцність різі забезпечена, так як

$$\sigma_{zm} = 61,2 \text{ МПа} < [\sigma_{zm}] = 279 \text{ МПа}$$

3.2 Пристрій для контролю радіального биття

3.2.1. Принцип функціонування контрольного пристосування

Оброблювану заготовку встановлюють на ступінчасту втулку 3. Потім здійснюють загвинчування затискного гвинта 5, що призводить до переміщення плунжера 6. Наслідком цього є створення необхідного тиску для забезпечення деформації втулки 3 та силової фіксації деталі. Потім здійснюють підведення до деталі «ОЛВ 52.68» годинникового індикатора 14 та його закріплення за допомогою гвинта 16.

У процесі зняття показів радіального биття з індикатора, забезпечують обертання деталі одночасно із корпусом 2.

3.2.2. Розрахунок точності пристрою для контролю радіального биття

Сумарну похибку вимірювання визначають за відомою формулою

$$\mathcal{G}_{\text{vum}} = \varepsilon_{\text{nve}} + \varepsilon_{\text{nvp}} + \varepsilon_{\text{nvm}} + \sqrt{\mathcal{G}_{\text{nb}}^2 + \mathcal{G}_{\text{z}}^2 + \mathcal{G}_{\text{ic}}^2 + \mathcal{G}_{\text{zp}}^2 + \mathcal{G}_{\text{ci}}^2 + \mathcal{G}_{\text{dp}}^2}$$

де ε_{nve} , ε_{nvp} та ε_{nvm} - систематичні похибки, що спричинені відповідно неточністю виготовлення базуючих елементів, проміжних передаточних елементів, мір та еталонних деталей: $\varepsilon_{\text{nve}} = \varepsilon_{\text{nvm}} = 5 \text{ мкм}$;

$\mathcal{G}_{\text{nb}}$, $\mathcal{G}_{\text{z}}$, $\mathcal{G}_{\text{ic}}$, $\mathcal{G}_{\text{zp}}$ - похибки, що спричинені не суміщеннями вимірювальної та конструкторської баз, закріпленням об'єкта контролювання через наявність його деформації, силою вимірювання (для нежорстких об'єктів), наявністю просвітів між осями важелів проміжних ланок: $\mathcal{G}_{\text{nb}} = 0$

$\mathcal{G}_{\text{ci}}$ - похибка вимірювального механізму у пристрої для контролю радіального биття: $\mathcal{G}_{\text{ci}} = 0,5 \text{ мкм}$;

$\mathcal{G}_{\text{dp}}$ - інші можливі похибки спричинені випадковими факторами.

Так як у пристрої відсутні передавальні елементи, то $\varepsilon_{\text{nvp}} = 0$. У підсумку

$$\mathcal{G}_{\text{vum}} = \varepsilon_{\text{nve}} + \varepsilon_{\text{nvp}} + \varepsilon_{\text{nvm}} + \sqrt{\mathcal{G}_{\text{nb}}^2 + \mathcal{G}_{\text{z}}^2 + \mathcal{G}_{\text{ic}}^2 + \mathcal{G}_{\text{zp}}^2 + \mathcal{G}_{\text{ci}}^2 + \mathcal{G}_{\text{dp}}^2} = 10,5 \text{ мкм}$$

Отже пристрій забезпечує необхідну точність, так як

$$\mathcal{G}_{\text{vum}} = 10,5 \text{ мкм} < 20 \text{ мкм}.$$

3.3 Висновки до розділу

У розділі наведено розрахунок конструктивних параметрів та точності затискного патрона з гідропластом, а також точності пристрою для контролю радіального биття. Показано, що таке технологічне спорядження забезпечує необхідну точність. Розроблено складальні креслення затискного патрона з гідропластом та пристрою для контролю радіального биття на деталі Стакан «ОЛВ 52.68». їх специфікації наведені у додатку Б.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Спільними законами України, які відзначають основні положення з охорони праці, є Конституція України, Кодекс законів про працю України «Про охорону праці». Спеціальними законодавчими актами міжгалузові акти про охорону праці та багато інших нормативних документів.

Законодавство України про охорону праці базується на принципах нормативно-правових актів, які відповідають Конституції України. Статті 43, 45, 46, 49, 50, 53, 56, 64 Конституції України гарантують право громадян України на роботу і відпочинок, охорону здоров'я, медичну допомогу та страхування.

Закон України «Про охорону праці» є одним з найважливіших актів законодавства та визначає основи і положення щодо реалізації конституційного права працівників становище їх життя здоров'я.

Згідно зі статтею 155 "Жодне підприємство, цех, ділянку виробництва не повинні бути прийняті і введені в експлуатацію, якщо на них не створено безнебезпечні і нешкідливі умови праці".

4.1 Техніка безпеки та пожежна профілактика

Інструктаж по техніки безпеки (ТБ) проводить головний інженер по техніки безпеки. Особливе значення має інструктаж на робочому місці з показом безпечних методів роботи. Всі працівники незалежно від виробничого стажу і кваліфікації повинні один раз в шість місяців проходитися повторний інструктаж, а особи, які виконують роботи підвищеної безпеки - один раз на в місяці.

На виробничих ділянках, де розташовані робочі місця, відповідності за безпеку праці несуть майстра. Здійснює заходи з ТБ і виробничої санітарії контролює старший інженер по техніки безпеки та профспілкові організації. Вказівки старшого інженера з техніки безпеки може скасувати лише керівник підприємства.

Види інструктажів з охорони праці бувають такі:

Вступний інструктаж - інструктаж з охорони праці, який проводиться з усіма, хто приймається на роботу особами незалежно від їх освіти, стажу роботи, а

також з тимчасовими працівниками, відрядженими, учнями і студентами, які були на виробниче навчання або практику, з учнями в навчальних закладах перед початком лабораторних і практичних робіт у навчальних лабораторіях, майстернях, на ділянках і полігонах.

Первинний інструктаж - інструктаж з ОП, який проводиться на робочому місці до початку виробничої діяльності:

- з усіма знову прийнятими в організацію;
- переведеними з іншого підрозділу організації;
- працівниками перед виконанням нової для них роботи;
- будівельниками, які виконують будівельно-монтажні роботи на території організації;

Безпосередній керівник робіт проводить інструктаж з кожним працівником індивідуально.

Повторний інструктаж – інструктаж з охорони праці, який проходять усі працівники, за винятком осіб, звільнених від первинного інструктажу, незалежно від їх кваліфікації, стажу роботи і освіти не рідше 1 разу на півріччя за програмою первинного інструктажу на робочому місці в повному обсязі.

Цільовий інструктаж - інструктаж з охорони праці, який проводить:

- при виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками за фахом (навантаження, вивантаження, прибирання території, будь-яка робота поза організації, цеху і т.п.);
- ліквідації наслідків аварій, стихійних лих і катастроф;
- при виконанні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, дозвіл та інші документи (в них робить запис про інструктаж).

Позаплановий інструктаж – інструктаж з охорони праці, який проводять:

- при введенні в дію нових або перероблених стандартів, правил з охорони праці та інструкцій з охорони праці;
- зміни технологічного процесу, заміна (або модернізація) обладнання, пристосування і інструменту, сировини, матеріалів та інших факторів;
- порушення працівниками вимог охорони праці, що може призвести (або призвело) до виробничої травми, отруєння, аварії, вибуху, пожежі.

Приміщення діляниці цеху за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою згідно з НАПБ Б.03.002-2007, відноситься до категорії "Д", так як в ході виробничого процесу обробки піддаються негорючі матеріали в холодному стані [5-7].

Будівля цеху побудована з негорючих матеріалів (металоконструкцій, цегли, залізобетону, скла) і, згідно, має II ступінь вогнестійкості. З метою запобігання пожежі передбачена система оповіщення типу 1 шляхом подачі звукового і світлового сигналів для всіх одночасно, і передбачені евакуаційні вихід з цокольного поверху - назовні безпосередньо, через сходову клітку, що має вихід назовні безпосередньо або ізольований від розташованих вище поверхів згідно.

Пожежі на ділянці може виникнути в результаті:

- займання електрообладнання при перевантаженнях і короткому замиканні (клас пожежі - Е);
- самозаймання промасленим дрантя (клас пожежі - А).

Для попередження небезпеки перенесення пожежі на сусідні об'єкти між будівлями передбачаються протипожежні розриви, величина яких залежить від ступеня вогнестійкості будівель. В даному випадку розрив між будівлями II ступеня вогнестійкості складає 9м.

Всередині будівлі небезпека поширення пожеж обмежується пристроєм протипожежних перешкод (протипожежні стіни, перекриття, двері, люки, ворота тощо).

Ймовірність ураження блискавкою будівель зменшена застосуванням системи блискавки захисту II категорії, виконаної згідно з РД 34.21.122-87 [6].

Для гасіння пожеж води використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим. За його мережі в приміщенні цеху встановлені пожежні крани з рукавами і відводами. Зовні будівлі по периметру в колодязях підземних розміщені по - гідранти пожежні. Для доступу на дах будівлі використовуються пожежні сходи, укріплення на стінах. Для гасіння можливих пожеж в цеху і на ділянці передбачені первинні засоби пожежогасіння: внутрішні пожежні крани, розташовані уздовж робочих майданчиків в середині цеху, на висоті не менше 1,35 м від рівня підлоги; вогнегасники ОХП-10 - 5 шт, ОУ-5 - 10 шт.; пожежний інвентар

(ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири та ін.), які визначаються на підставі НАПБ А.01.001-2004 та НАПБ Б.03.001-2004 [7].

В даній випускній роботі шкідливими викидами, які погіршують навколишнє середовище є емульсія(нафтопродукт), яка потрапляє в стічні води. Існує багато методів очищення стічних вод: механічні, фізико-хімічні, флотація та хімічна. Я пропоную наступний метод очищення: механічний спосіб очищення стічних вод та простий в експлуатації в даному випадку буде самий ефективний.

Механічний спосіб очищення – застосовують для очищення стоків від твердих та маслянистих забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з наступних методів:

- Подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- Відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- Розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідро циклонів;
- Усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- Вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребоків та інших пристроїв;
- Фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше шляхом пропускання їх через пісок.

4.2. Вентиляція виробничих приміщень. Основні вимоги до неї

Системи вентиляції і кондиціонування повітря повинні відповідати протипожежним вимогам будівельних норм. Залежно від умов виробництва на об'єктах повинні бути встановлені терміни проведення профілактичних оглядів та очищення повітроводів, фільтрів, вогнезатримуючих клапанів, іншого обладнання

вентиляційних систем, а також визначений порядок відключення вентиляційних систем і дій обслуговуючого персоналу у разі виникнення пожежі або аварії.

Особа, призначена відповідальною за технічний стан та справність вентиляційних систем, зобов'язана забезпечити додержання вимог пожежної безпеки під час їх експлуатації.

Не допускається робота технологічного обладнання у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях у разі несправних або відключених гідрофільтрів, сухих фільтрів, пиловідсмоктуючих, пиловловлюючих та інших пристроїв систем вентиляції.

У тамбур-шлюзах при приміщеннях категорій А і Б, в яких виділяються вибухонебезпечні пари, гази та пил, слід постійно (на весь період роботи, зберігання товарів, речовин) забезпечувати необхідний підпір повітря. Вентиляційне обладнання, що забезпечує підпір в тамбур-шлюзи при приміщеннях категорій А і Б, має розміщуватися в приміщеннях для вентиляційного обладнання, відокремлених від сусідніх приміщень і коридорів протипожежними стінами з межею вогнестійкості 0,75 години.

Повітря, яке містить горючий пил або горючі відходи, повинно очищуватися до надходження у вентилятор. Для цього перед ним слід встановлювати каменевловлювачі, а для вилучення металевих предметів магнітні вловлювачі.

Повітроводи, якими переміщаються вибухо- пожежонебезпечні гази, пари і пил, не допускається розміщати в підвальних приміщеннях та в каналах під підлогою.

У середині повітроводів та на їх стінках не дозволяється розміщати газопроводи і трубопроводи з горючими речовинами, кабелі, електропроводку й каналізаційні трубопроводи; не дозволяється також перетинання повітроводів цими комунікаціями.

Матеріали, з яких виготовляються повітроводи, мають відповідати вимогам будівельних норм. Виготовлення повітроводів із азбестоцементних матеріалів забороняється.

Усі металеві повітроводи, трубопроводи, фільтри та інше обладнання витяжних установок, що транспортують горючі та вибухонебезпечні речовини, повинні бути заземлені та захищені від статичної електрики.

Вентиляційні камери, циклони, фільтри, повітроводи повинні регулярно очищатися від горючого пилу, відходів виробництва, жирів, відкладень пожежобезпечними засобами. Перевірка й очищення вентиляційного обладнання повинні проводитися за графіком, затвердженим адміністрацією об'єкта. Результати огляду обов'язково заносяться до спеціального журналу.

Для відвернення засмічування території підприємства горючими відходами бункери під циклонами повинні мати суцільну огорожу з негорючого матеріалу з воротами, які зачиняються. В інструкції щодо заходів пожежної безпеки підприємства необхідно визначити максимально допустиму кількість відходів у бункерах, порядок та періодичність їх очищення.

Витяжні повітроводи, якими транспортуються горючі та вибухонебезпечні речовини (пил, волокна тощо), повинні мати пристрої для очищення (люки, розбірні з'єднання тощо).

При встановленні вибухозахищених вентиляторів поза приміщеннями для них слід влаштовувати спеціальне укриття з негорючих матеріалів, як правило, у вигляді металевих навісів і сітчастого огороження, що замикається на замок.

Вогнезатримні пристрої, магнітні вловлювачі у вентиляційних повітроводах, пристрої блокування вентиляційних систем з пожежною сигналізацією та системами пожежогасіння, а також автоматичні пристрої відключення вентиляції у разі пожежі повинні перевірятися у встановлені адміністрацією підприємства терміни, але не рідше одного разу на півроку, та утримуватися у справному робочому стані.

Під час експлуатації вентиляційних систем забороняється:

- відключати або знімати вогнезатримні пристрої;
- випалювати накопичені в повітроводах, зонтах жирів відкладення та інші горючі речовини;
- закривати витяжні канали, отвори й решітки;

- залишати двері вентиляційних камер відчиненими, зберігати в камерах різні матеріали, устаткування тощо;

- використовувати припливно-витяжні повітроводи й канали для відведення газів від приладів опалення, газових колонок, кип'ятильників та інших нагрівальних приладів;

- складувати впритул (на відстані менше 0,5 м) до повітроводів і устаткування горючі матеріали або негорючі матеріали в горючій упаковці;

- видаляти за допомогою тієї самої системи відсосів різні гази, пар, пил та інші речовини, котрі при змішуванні можуть викликати спалахи, горіння або вибух;

- експлуатувати переповнені циклони.

Не дозволяється:

- розміщення холодильних установок систем кондиціонування повітря в житлових будинках, будинках лікувально-профілактичних закладів, інтернатах для людей похилого віку та інвалідів, дитячих закладах і готелях;

- розміщення холодильних установок компресійного типу з місткістю масла у будь-якій з холодильних машин 250 кг і більше над або під приміщеннями з масовим постійним або тимчасовим перебуванням людей.

Застосування аміачних холодильних установок дозволяється тільки для холодопостачання систем кондиціонування повітря виробничих приміщень; у такому разі установки потрібно розміщувати в окремих будівлях, прибудовах або в окремих приміщеннях одноповерхових виробничих будівель.

Пд. час експлуатації калориферів необхідно дотримуватися таких вимог:

- відстань між калориферами і конструкціями з горючих та важкогорючих матеріалів має бути не менше 1,5 м за наявності вогневого або електричного підігріву і не менше 0,1 м, коли теплоносієм є вода або пара;

- тримати постійно справними контрольно-вимірювальні прилади;

- не допускати виникнення зазорів між калориферами, а також між калориферними і будівельними конструкціями камер, а виявлені зазори зашпаровувати негорючими матеріалами;

- систематично проводити пневматичним або гідравлічним способом очищення калориферів від забруднень;

- стежити за тим, щоб транзитні канали, якими подається нагріте в калорифері повітря, не мали отворів, крім каналів, призначених для подавання повітря у приміщення.

4.3 Висновки до розділу

У розділі викладено особливості техніки безпеки та пожежної профілактики, а також основні вимоги до вентиляції виробничих приміщень при реалізації розробленого технологічного процесу виготовлення деталі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Стакан ОЛВ 52.68» та вибрано необхідне технологічне спорядження та інструмент. Проведено обґрунтування прийнятих технологічних та конструкторських рішень: розглянуті питання визначення типу та організаційної форми виробництва, аналізу технологічності деталі (зокрема за показниками коефіцієнтів точності шорсткості деталей), наведено обґрунтування вибраного способу виготовлення початкової заготовки, проведено структурування способів оброблення поверхонь, виконано розмірний аналіз технологічного процесу, проведено розрахунок припусків механічного оброблення заготовки для отримання отвору $\varnothing 50H6$, вибрано технологічне спорядження та інструменти, розраховано режими різання аналітичним та нормативним методами, виконано нормування технологічного процесу; розрахунок конструктивних параметрів та точності затискового патрона з гідропластом, а також точності пристрою для контролю радіального биття. Показано, що таке технологічне спорядження забезпечує необхідну точність.

На основі таких даних розроблено комплект технологічної документації щодо виготовлення деталі «Стакан ОЛВ 52.68», складальні креслення затискового патрона з гідропластом та пристрою для контролю радіального биття.

Розроблений ТП базується на наявному на машинобудівному підприємстві металорізальному устаткуванні.

Також в роботі викладено особливості техніки безпеки та пожежної профілактики, а також основні вимоги до вентиляції виробничих приміщень при реалізації розробленого технологічного процесу виготовлення деталі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Григурко І. О., Брендуля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
4. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль: ТДТУ, 2001. 277 с.
5. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.
6. Жидецький В.Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
7. Запорожець О. І. Основи охорони праці: Підручник / О. І. Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук, І. М. Боровик. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с
8. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
9. Методичні вказівки для практичного заняття №1 на тему: Методи визначення ефективності інженерних рішень з дисципліни “Ефективність інженерних рішень” / Укладачі: Василь Васильків, Лариса Данильченко, Дмитро Радик, Ігор Ярема. — Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. — 25 с.
10. Методичні вказівки для практичного заняття №2 на тему: Оцінка ефективності та обґрунтування методу отримання заготовок з дисципліни “Ефективність інженерних рішень” / Укладачі: Василь Васильків, Лариса Данильченко, Дмитро Радик, Ліліана Джиджора. — Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. — 29 с.
11. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.

12. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.

13. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

14. Пилюпец М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилюпец М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. 108 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>

15. Розмірні ланцюги: навчально-методичний посібник / Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б, Ткаченко І.Г. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 132 с.

16. Терміни та визначення в технічній творчості та наукових дослідженнях. Методичний посібник / Уклад. Пилюпец М.І, Васильків В.В., Радик Д.Л. – Тернопіль: Вид.-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2011. – 256 с.

17. Шоботов В. М. Цивільна оборона: Навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.

18. Creating a 3D model. Study guides for lab classes № 4 in the “CAM and CAE Systems of Machine Building Production“ course. Editors: Vasylykiv V., Danylchenko L., Radyk D. – Ternopil: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, 2021. – 40 p.

19. Creating a parametric drawing in the automatic parameterization mode. Study guides for lab classes № 3 in the “CAM and CAE Systems of Machine Building Production“ course. Editors: Vasylykiv V., Danylchenko L., Radyk D. – Ternopil: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, 2021. – 28 p.

20. Creating Parametric Drawing. Study guides for lab classes № 2 in the “CAM and CAE Systems of Machine Building Production“ course. Editors: Vasylykiv V., Danylchenko L., Radyk D. – Ternopil: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, 2021. – 38 p.

21. Sketching by Non-parametric Drawing. Study guides for lab classes № 1 in the “CAM and CAE Systems of Machine Building Production“ course. Editors: Vasylykiv V.,

Danylchenko L., Radyk D. – Ternopil: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, 2021. – 28 p.

22. Vasylykiv V., Danylchenko L., Radyk D. Technological methods of workpieces manufacturing. Metal Casting: Manual / V. Vasylykiv, L. Danylchenko, D. Radyk. Edited by L. Dzhydzhora. – Ternopil: Osadtsa U.V., 2021. – 203 p.

23. Vasylykiv V., Pylypets M., Danylchenko L., Radyk D. (2021) Use of computer-integrated technologies in training of engineering specialists. In: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, Proceedings of the International Conference Advanced Applied Energy and Information Technologies, Ternopil, December 15-17, 2021, pp. 74-80.

24. Vasylykiv V.V. Technologies of workpieces manufacturing by casting: manual / V.V. Vasylykiv, L.M. Danylchenko, D.L. Radyk. – Ternopil : Published TNTU named after Ivan Puluj, 2023. – 492 p.

25. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.:ІСДО, 1996 – 300 с.