

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

перший (бакалаврський)

на тему «Проектування технологічного процесу виготовлення
деталі «Вал 20.04.000.01»

Виконав: студент IV курсу,
групи ТМ-61-8
напряму підготовки (спеціальності)
131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Коханий О. О.

Керівник Нешта А. О.

Рецензент _____

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<u>технічних систем та енергоефективних технологій</u>
Кафедра	<u>технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітній рівень	<u>перший (бакалаврський)</u>
Напрямок підготовки	_____
Спеціальність	(шифр і назва) <u>131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)</u> (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів
_____ *Залого В. О.*
«__» _____ 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Коханий Олексій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення
деталі Вал 20.04.000.01

керівник проекту Нешта Анна Олександрівна, канд. техн. наук, асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «9» квітня 2020 року № 0523-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «1» червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
креслення деталі – «Вал 20.04.000.01».
річний обсяг випуску деталей – 10000 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання «__» _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	30.04.2020	
2	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	06.05.2020	
3	Оформлення пояснювальної записки	13.05.2020	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	17.05.2020	
5	Оформлення креслень	24.05.2020	

Студент

_____ (підпис)

Коханий О. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Нешта А. О.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В.О. Залога
« ____ » _____ 2020 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛУ 20.04.000.01

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Напрямок підготовки – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Коханий О. О.

Керівник

Нешта А. О.

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

РЕФЕРАТ

Записка: 63 с., 12 рис., 14 табл., 19 літературних джерел.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Вал 20.04.000.01».

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Вал 20.04.000.01».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал 20.04.000.01».

Виконано аналіз службового призначення машини, вузла, деталі, технічних вимог. Визначено тип виробництва та спосіб отримання заготовки вала, розроблені технічні вимоги до неї. Виконано аналіз технологічності конструкції деталі та розрахунок припусків на механічну обробку заготовки аналітичним методом.

Виконано аналіз операцій: токарної з ЧПК та кругло-шліфувальної. Обґрунтовано вибір схем базування заготовки, обладнання, верстатного пристосування, ріжучого та вимірювального інструменту. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування операцій. Розроблено верстатне пристосування на фрезерно-шпонкову операцію.

Розглянуто параметри, які характеризують вібрації, її дію на організм людини, нормування та методи захисту.

Розроблено комплект технологічної документації на картах КТП.

Розроблено креслення заготовки та маршрутного технологічного процесу.
ВАЛ, РЕДУКТОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ШТАМПОВКА, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	6
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	9
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ....	11
4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ.....	15
5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ	18
6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	22
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	22
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення.....	27
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	29
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	31
6.5 Розрахунок режимів різання	33
6.6 Технічне нормування операції.....	41
7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ.....	44
7.1 Мета та завдання на проектування.....	44
7.2 Розробка і обґрунтування схеми базування	45
7.3 Розрахунок сил затиску.....	46
7.4 Розрахунок на міцність.....	47
7.5 Розрахунки пристрою на точність.....	48
7.6 Опис, принцип дії та експлуатація пристрою.....	50
7.7 Проектування різального інструменту.....	51
Перелік джерел посилання.....	54
Додаток А.....	56

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування технологічного процесу виготовлення валу 20.04.000.01	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Коханий О. О.						
<i>Провер.</i>		Нешта А. О.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

Вступ

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять удосконаленню або впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПК. Застосування верстатів з ЧПК замість універсального устаткування має істотні особливості, і створює певні переваги:

поєднується гнучкість універсального устаткування з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;

якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;

знижується потреба в кваліфікованих робітниках кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;

скорочується час подгоночних робіт в процесі складання, оскільки деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;

скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішому універсальному технологічному оснащенню;

знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

Темою проекту є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі вал.

На базі заводського технологічного процесу з типом виробництва, що змінився, проектується технологічний процес з використанням високопродуктивного устаткування.

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ.
ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Призначення редукторів КЦ-1000 конічно-циліндричних в тому, що вони служать для пониження числа оборотів від двигуна до машини і застосовуються у випадках, коли привід машини вимагає менших обертів, ніж у двигуна [1]. Конічно-циліндричні редуктори призначені для використання у виробах підйомно-транспортного устаткування, а також для ремонтно-експлуатаційних потреб діючого обладнання. Наприклад, для приводу транспортерів, підйомників, живильників та інших машин.



Рисунок 1 – Редуктор КЦ - 1000

Технічна характеристика: редуктори з конічним швидкохідними і циліндричними проміжними і поступовими ступенями виготовляються заводом «Сибтяжмаш». Редуктори випускаються двох розмірів:

КЦ-1000 – сумарна міжосьова відстань 1000 мм.

КЦ-1300 – сумарна міжосьова відстань 1300 мм.

В межах кожного розміру редуктори мають п'ять різних передатних чисел, у відповідності з якими змінюється передавана ними потужність.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Редуктори будь-якого розміру, виконання та складання розраховані на безперервний режим роботи при числі оборотів вхідного валу 600, 1000, і 1500 об/хв [2]. Конструкцією передбачені 5 схем складання: 3 схеми з циліндричним кінцем тихохідного валу, 2 схеми із зубчастим вінцем на кінці тихохідного валу.

Опис конструкції: редуктор складається з чавунного корпусу з кришкою, з конічними циліндричними проміжними і поступовими ступіннями розміщеними у середині корпусу. Вали зубчастих передач встановлені в підшипниках кочення і розташовуються в одній площині по лінії роз'єму корпусу і кришки. Конічний кінець швидкохідного валу, що виступає, з'єднується з двигуном муфтою, ремінною або ланцюговою передачею. Вихідний кінець тихохідного валу з'єднується з машинною муфтою, насадженою на циліндричний кінець, або за допомогою зубчастого кільця на виступаючому кінці валу. Для заливки масла в редуктор і для спостереження за станом зубчастих передач у верхній частині кришки редуктора є оглядова кришка, що прикріплена до кришки редуктора болтами.

Деталь «Вал 20.04.000.01» має форму тіла обертання з 6 перепадами діаметру на зовнішніх поверхнях, з відношенням $d/L = 88/485$ мм.

Основні поверхні:

Деталь має 6 зовнішніх поверхонь, 4 шпоночні пази, 1 отвір на лівому торці деталі, зовнішню різьбу М48 для фіксації в корпусі редуктора.

Також деталь має 4 найточніших поверхні – посадочні поверхні під зубчасті колеса $\varnothing 65h7$, $\varnothing 75h7$, $\varnothing 65h7$, $\varnothing 55h7$.

Жорсткі вимоги по шорсткості пред'явлені до 4 зовнішніх поверхонь Ra 0,8 мкм, а також Ra 6,3 мкм, Ra 3,2 мкм, для шорсткості установки зубчастих коліс.

Деталь «Вал 20.04.000.01» у вузлі призначена для передачі крутного моменту на зубчасті колеса, які встановлені на посадочні шийки данного вала.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

та кріпильних виробів, а також інших деталей, від яких вимагається підвищена міцність після термообробки. Зі сталі цієї марки виготовляють також консолі, вісі, штоки балки та плунжери.

Сталь 45 має хороші механічні властивості для оброблення різанням.

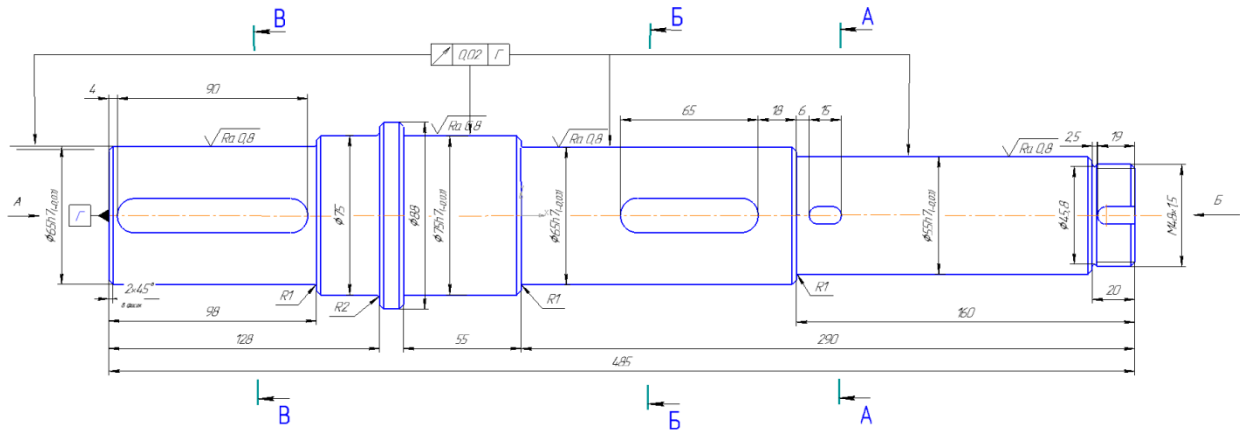


Рисунок 2.1 – Основний вид деталі

Провівши аналіз призначення технічних вимог на основі аналізу службового призначення поверхонь деталі можна зазначити наступне.

На кресленні проставлені допуски взаємного розташування: радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 65h7$ відносно бази Г в розмірі 0,02 мм, радіальне биття $\varnothing 75h7$ відносно бази Г в розмірі 0,02 мм; радіальне биття $\varnothing 65h7$ відносно бази Г; радіальне биття $\varnothing 55h7$ відносно бази Г.

Призначені допуски повністю обґрунтовані, тому що за даними поверхнями відбувається безпосередньо базування деталі у вузлі. Від точного дотримання цих параметрів залежить робота редуктора КЦ-1000 в цілому [8]. Дотримання даних допусків дозволить точно збазувати інші деталі редуктора на валу, внаслідок чого буде досягнене точне розміщення їх в корпусі. Недотримання даних вимог призведуть до перекосу вісі обертання валу, відповідно будуть збільшені навантаження на підшипникові вузли.

Функціональне призначення деталі обумовлює шорсткість поверхонь валу. Так, поверхня $\varnothing 55h7$, на яку встановлюється підшипник, має шорсткість $R_a 0,8$ мкм. Дотримання цієї вимоги забезпечує точне базування підшипника на валу. Недотримання цього параметру шорсткості тягне за собою похибку установки деталей, які повинні бути розміщені на валу.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Виходячи з річної програми випуску деталей $N_z=10000$, тип виробництва середньосерійний.

Середньосерійне виробництво (ССВ) характеризується середньою обмеженою номенклатурою виробу, що виготовляються партіями і відносно великим обсягом випуску, що періодично повторюються, близько 10-20 найменувань виробів. Використовується універсальне і спеціалізоване устаткування і частково спеціальне.

Тип виробництва деталей визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$, який дорівнює відношенню всіх різних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок $K_{з.о}$ за [9,10] з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей – $N_p = 10000$ шт.;
- усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання – $\eta_{з.н} = 0,75$;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 9;
- штучний час обробки деталі за операціями $T_{шт}$ – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (див. таблицю 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання – $F_d = 4015$ год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.1)$$

де O – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

P – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

						Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$m_p = \frac{N_{\text{год}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н}}} \quad (3.2)$$

де $\eta_{\text{з.н}}$ – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання за [4], $\eta_{\text{з.н}} = 0,75$.

Кількість робочих на кожній операції обираємо:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 1 \text{ особа.}$$

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{\text{з.ф.}} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{\text{з.н.}} / \eta_{\text{з.ф.}} \quad (3.4)$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{162,81}{9} = 18,1$$

Таким чином умова ($10 < K_{\text{з.о.}} < 20$) виконується, що відповідає середньосерійному типу виробництва.

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3, 6, 12, 24 дні).

Призначаємо 6 днів.

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{10000 \cdot 12}{254} = 472,4 \approx 500 \text{ шт}$$

Широко використовуються верстати з ЧПК, оброблювальні центри. Устаткування розставляється по технологічних групах з урахуванням напряму основних вантажопотоків цеху по предметнозамкнутим ділянках. Технологічне оснащення в основному універсальне, але також використовуються універсально-збірне, переналагоджуване технологічне оснащення.

Обладнання розташоване по ходу технологічного процесу.

При серійному виробництві зазвичай застосовують універсальні, спеціалізовані, агрегатні та інші металорізальні верстати. При виборі технологічного устаткування спеціального або спеціалізованого, дорогого пристосування або допоміжного пристосування та інструменту необхідно проводити розрахунки витрат і термінів окупності, а також очікуваний економічний ефект від використання обладнання і технологічного оснащення.

Ріжучий інструмент в середньосерійному виробництві обирається так, щоб його легко було замінити, різці з механічною пластиною, яка легко знімається та на її місце ставиться нова, в даному типі виробництві - це дуже важливо, бо скорочується час на переустановку різця.

Вимірювальний інструмент теж обирається так, щоб на операцію контролю за розмірами витрачалось як можна менше часу: калібр пробка, скоба, різьбові кільця.

Кваліфікація робітника нижча в порівнянні з робітником дрібносерійного виробництва, але вища за робітника на масовому виробництві.

Як початкові заготівки, використовується гарячий і холодний прокат, лиття в землю і під тиском, точне лиття, поковки і точні штампування і пресування, доцільність застосування яких також обґрунтовується техніко-економічними розрахунками.

Середня кваліфікація робітників вища, ніж в масовому виробництві. Використовується відрядна, почасова форми оплати праці.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Нормування операцій здійснюється аналітичним способом, причому час на виконання цієї операції встановлюється за певних організаційно-технічних умов і найбільш ефективного використання усіх засобів виробництва з урахуванням передового виробничого досвіду.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

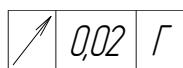
4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь є технологічною, якщо її обробка можлива з найбільшою продуктивністю праці і з найменшою собівартістю.

Матеріал: сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Закріплення і базування: деталь при закріпленні і базуванні на верстатах не є технологічною тому, що для цієї деталі треба розробляти спеціальні пристосування і при закріпленні деталь треба закріплювати в центрах з використанням лонету.

Допуски форм і розташування: на цьому кресленні є присутнім тільки один допуск форми і розташування.



- допуск радіального биття відносно бази Г не повинен перевищувати 0,02 мм.

Цей допуск форми робить деталь технологічною, оскільки використовується принцип поєднання баз.

Простановка розмірів: на кресленні деталі має бути здійснена так, щоб ці розміри можна було легко контролювати в процесі обробки. На цьому кресленні розміри проставлені так, що вони не повторюються, не затемнюють поле креслення і задовольняють усім вимогам ГОСТ 2.307.

На підставі аналізу технологічності простановки розмірів, очевидно, що простановка розмірів відповідає вимогам технологічності.

Не технологічними конструктивними елементами цієї деталі є наступні елементи:

- проточки (канавки, оскільки для їх виготовлення необхідно спеціально заточений інструмент);
- пази (оскільки для їх отримання необхідно шпоночні фрези певного діаметру);
- наявність галтелі (оскільки для її виготовлення необхідно спеціально заточений інструмент, або проводити обробку на верстатах з ЧПК);

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- наявність циліндричних ступенів (оскільки для їх отримання необхідно здійснювати обробку в центрах, на двох установах або застосовувати ліві різці, обробка в центрах спричинить впровадження фрезерної операції, що центрує);
- наявність різьб (оскільки для їх виготовлення необхідно мати різьбові різці або плашки).

Технічні вимоги: термообробка HRC 28.32, це означає, що треба провести загартування (нагрівати деталь до температури 100-250°C), а потім провести відпал.

Кількісні оцінки технологічності наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Підрахунок середнього квалитета точності і значення шорсткості

Найменування поверхні	Кількість	Квалитет точності	Шорсткість
Зовнішні циліндричні:			
d88	1	14	12,5
d75	1	14	12,5
d75	1	7	0,8
d65	2	7	0,8
d55	1	7	0,8
Торці:			
L290	1	14	12,5
L160	1	14	12,5
L128	1	14	12,5
L98	1	14	12,5
L55	1	14	12,5
L20	1	14	12,5
Фаски:			
2 x 45°	8	14	12,5
Галтелі:			
R1	4	14	12,5
R2	2	14	12,5
Різьблення			
M48 x 1,5	1	14	12,5

Продовження таблиці 4.1

Пази шпонкові			
Стінка Н6	2	9	3,2
Дно L16	2	10	6,3
Стінка Н3, 5	1	9	3,2
Дно L8	1	10	6,3
Стінка Н4	1	9	3,2
Дно L8	1	10	6,3
Разом	35	7,0	5,2

Коефіцієнт точності рівний:

$$K_T = (1 - 1/A_{cp})$$

де A_{cp} – середній квалитет точності усіх поверхонь, враховуючи необроблювані.

$$A_{cp} = \frac{(7 \cdot 3) + (9 \cdot 3) + (10 \cdot 3) + (14 \cdot 12)}{35} = 7,0$$

$$K_T = (1 - 1/7,0) = 0,86 > 0,8, \text{ що відповідає рівню ЕСТПШ.}$$

Коефіцієнт шорсткості рівний:

$$K_{ш} = 1/B_{cp}$$

де B_{cp} – середнє значення шорсткості усіх поверхонь, враховуючи необроблювані.

$$B_{cp} = \frac{(12,5 \cdot 12) + (6,3 \cdot 3) + (3,2 \cdot 3) + (0,8 \cdot 3)}{35} = 5,2$$

$$K_{ш} = 1/5,2 = 0,19 < 0,32, \text{ що відповідає рівню ЕСТПШ.}$$

Висновок: проаналізувавши цю деталь за якісними і кількісними показниками, можна зробити висновок, що деталь в цілому не технологічна, оскільки більшість якісних і кількісних показників дають негативний результат.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						17

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі.

У базовому варіанті техпроцесса з круглого прокату діаметром 90 мм різалась заготовка завдовжки 500 мм [11].

Перевагами данного способу отримання заготовки є здешевлення заготовки. Недоліками є те, що для отримання деталі, велику кількість металу йде у відходи, витрачається більший час на механічну обробку, що веде за собою збільшення матеріальних витрат.

Визначимо коефіцієнт використання заготовки для методу отримання з прокату по формулі:

$$K_{з.п} = \frac{M_6}{M_3} \quad (5.1)$$

де $M_6=15$ – маса деталі, кг;

M_3 - маса заготовки, кг

Масу заготовки знайдемо по формулі:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho \quad (5.2)$$

де $\rho = 7.85 \cdot 10^3$ - щільність матеріалу заготовки, кг/см³.

Об'єм заготовки знайдемо по формулі:

$$V_3 = S_{пп} \cdot l \quad (5.3)$$

де $S_{пс}$ - площа поперечного перерізу прокату, см²;

l - довжина заготовки, см

По формулі (5.3) $V_3 = 63,62 \cdot 48,5 = 3085,57$ (см²);

По формулі (5.2) $M_3 = 3085 \cdot 7,85 = 24,22$ (кг);

По формулі (5.1) $K_{з.п} = \frac{15}{24,22} = 0,62$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу для методу отримання з прокату по формулі:

$$K_{м.п} = \frac{M_b}{M_3 + M_{опз}} \quad (5.4)$$

де $M_{опз}$ - маса відходів виробництва заготовки, кг

$$M_{опз} \approx 1,5..3\%M_3 = 2 \text{ кг}$$

Тоді по формулі (5.4) $K_{м.п} = \frac{15}{24,22+2} = 0,57$

У запропонованому техпроцесі заготовка виходить штампуванням на ГKM. Заготовка отримана на ГKM має точність до 14-16 квалитета, невеликі стабільні припуски на механічну обробку. Сам метод отримання заготовки шляхом штампування на ГKM дорогий, але враховуючи тип виробництва (середньо-серійний), високу точність і мінімальні припуски на механічну обробку, що надалі призводить до зниження витрат часу і матеріальних засобів на механічну обробку, зрештою даний метод матиме економічний ефект.

Спроекуємо заготовку, отримувану шляхом штампування на ГKM:

- а) визначуваний клас точності поковки - Т4;
- б) визначуваний групу сталі, знаючи, що марка сталі заготівлі 45 - М2;
- в) вибираю коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки $K_p = 1,45$.

Орієнтовна маса поковки розраховується по формулі:

$$M_h = M_b \cdot K_p \quad (5.5)$$

$$M_h = 14 \cdot 1,45 = 20,3 \text{ (кг)}.$$

г) визначаю міру складності поковки по Л5 стор. 31 прил. 2. Визначення об'єму фігури, що описує, показане на рисунку 5.1.

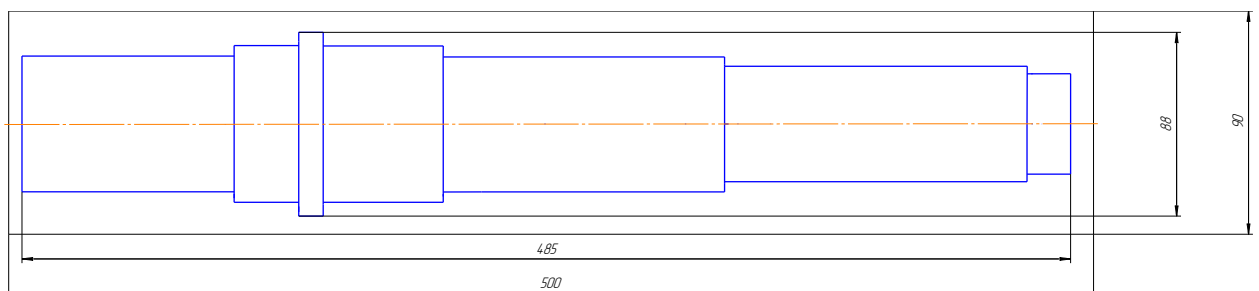


Рисунок 5.1 – Визначення об'єму фігури, що описує деталь

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Об'єм фігури рівний $V_{\phi} = 2948,33 \text{ см}^3$;

Визначимо масу фігури по формулі:

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho \quad (5.6)$$

$$M_{\phi} = 2948,33 \cdot 7,85 = 23,14$$

З відношення $M_n / M_{\phi} = 21,8 / 23,14 = 0,94$ визначаємо міру складності. Приймаємо міру складності С2.

д) для подальшого призначення основних припусків визначаю початковий індекс. Початковий індекс дорівнює 12;

е) визначаю основні припуски на механічну обробку, додаткові припуски і допуски. Результати розрахунків зведені в таблицю 5.1;

ж) визначаю коефіцієнт використання заготовки по формулі (5.1) - $K_{зш} = 0,69$;

з) визначаю коефіцієнт використання матеріалу по формулі (5.4), при $M_{бпз} = 0,58$, $K_{ми} = 0,67$.

Порівнявши коефіцієнти використання заготовки і коефіцієнта використання матеріалу на різних способах отримання заготовки ($K_{мп} = 0,57 < K_{ми} = 0,67$; $K_{зп} = 0,62 < K_{зш} = 0,69$) бачимо, що коефіцієнти при виготовленні заготовки методом штампування на ГKM вище, ніж при виготовленні її з прокату. Отже, вибраний метод отримання заготовки вигідніший ніж запропонований заводським тех. процесом.

Таблиця 5.1 Результати розрахунку припусків і допусків

Найменування поверхні	Розмір мм	Припуски, допуски мм	Остаточний розмір мм
Зовнішній діаметр	2xd65	$(1,9^{+1,4}_{-0,8}) \times 2$	$70^{+1,4}_{-0,8}$
	d88	$(1,4^{+1,4}_{-0,8}) \times 2$	$92^{+1,4}_{-0,8}$
	d55	$(1,9^{+1,4}_{-0,8}) \times 2$	$60^{+1,4}_{-0,8}$
	2xd75	$(1,4^{+1,4}_{-0,8}) \times 2$	$80^{+1,4}_{-0,8}$

Продовження таблиці 5.1

Лінійний розмір	L128	$(1,5+0,5) \begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	133 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$
	L98	$(1,4+0,5) \begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	103 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$
	L55	$(1,4+0,5) \begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	60 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$
	L290	$(1,9+0,5) \begin{matrix} +2,1 \\ -1,4 \end{matrix}$	295 $\begin{matrix} +2,1 \\ -1,4 \end{matrix}$
	L160	$(1,7+0,5) \begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	165 $\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$
	L485	$(2,0+0,5) \begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$	490 $\begin{matrix} +2,4 \\ -1,2 \end{matrix}$

Ескіз заготовки зображений на рис. 5.1.

По кресленню розраховуємо:

$$m_3 = 19,91 \text{ кг}$$

$$K_3 = m_d / m_3 = 0,75$$

$$K_M = m_d / m_3 + m_{опз} = 0,73$$

Запропонований тип виготовлення заготівки є більш доцільним, оскільки коефіцієнт використання матеріалу є більшим, ніж в заводському технологічному процесі.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуском на обробку називається шар металу, що підлягає видаленню з поверхні заготовки в процесі обробки для отримання готової деталі [12]. Розмір припуска визначають різницею між розміром заготовки і розміром деталі по робочому кресленню; припуск задається на сторону.

Припуски підрозділяють на загальні, тобто обробки цієї поверхні, що видаляються впродовж усього процесу, і міжопераційні, такі, що видаляються при виконанні окремих операцій. Міжопераційний припуск визначається різницею розмірів, отриманих на попередніх операціях.

Розмір припуска залежить від товщини пошкодженого поверхневого шару, тобто від товщини кірки для литих заготовок, знеуглецьованого шару для прокату, глибини поверхневих нерівностей, раковин, тріщин і ін., а також від неминучих виробничих і технологічних погрешностей. Ці погрешності є сукупністю погрешностей заготовки і погрешностей, що виникають при виконанні окремих технологічних операцій.

Для компенсації останніх, необхідно передбачати припуск, розмір якого зможе забезпечити відповідну якість цієї заготовки на останній операції обробки.

Розрахунок припусків аналітичним способом робиться для циліндричної поверхні $d55h7$. З [13], таблиця 4 вибираються: маршрут обробки, що досягається квалітет у точності і параметр у шорсткості на поточній операції.

Таблиця 6.1.1 – Маршрут обробки циліндричної поверхні $d55$

Найменування операції (переходу)	Квалітет точності, що досягається IT	Параметри шорсткості Ra, мкм
Заготовка (ГКМ)	16	100
Чорнове точіння	14	50÷6,3
Напівчистове точіння	12	25÷1,6
Чистове точіння	9	6,3÷0,4
Шліфування	7	0,8

З [13], таблиця 12 вибирається: висота мікронерівностей Rz=200 мкм і глибина дефектного шару T=250 мкм, поверхні поковки виготовленим штампуванням.

З [14], таблиця 6 вибираються просторові погрішності штампованих поковок: похибки поковок, що припускаються, по зміщенню осі фігур $\rho_{см}=1,4$ мм; похибки кривизни (стріла прогину) і викривлення, що припускається $\rho_{кор}=0,5$ мм; значення просторового відхилення форми розраховується по формулі:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.1.1)$$

Підставивши значення просторових погрішностей у формулу 6.1.1:

$$\rho = \sqrt{1,4^2 + 0,5^2} = 1,48 \text{ мм} .$$

Значення просторового відхилення форми на кожній операції розраховується по формулі:

$$\rho_i = \rho_{заг} \cdot K_y \quad (6.1.2)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення (після чорнової обробки 0,06 мм, напівчистового – 0,05 мм, чистового – 0,04 мм) з [13], таблиця. 22. Розрахунок значень просторового відхилення форми на кожній операції зведені в таблицю 6.1.2.

Мінімальний припуск розраховується по формулі:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \sum_{yi}^2}) \quad (6.1.3)$$

$$2Z_{\min.чep} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{1480^2}) = 3680 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min.n/ч} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{90^2}) = 380 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min.ч} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{60^2}) = 220 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min.ш} = 2 \cdot (5 + 5 + \sqrt{50^2}) = 120 \text{ мкм}.$$

						Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 6.1.2 - Початкові і розрахункові дані на розмір

Технологічні операції і переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунок припусків, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	$R_{z(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	$2Z_{min}$	$2Z_n$	$2Z_{max}$	d_{min}	d_n	d_{max}
Заготівка	-	-	-	-	-	-	61.45	62.45	64.45
Чорнове точіння	160	200	1480	3,68	4,78	5,65	56,94	57,77	57,77
Напівчистове точіння	50	50	90	0,38	1,27	1,7	56,21	56,56	56,56
Чистове точіння	25	25	60	0,22	0,57	1,44	55,12	55,99	55,99
Шліфування	5	5	50	0,12	0,99	1,02	54,97	55	55

Визначуваний допуск δ по переходах:

Для заготівки – $\delta = 3,2$;

Для точіння чорнового - $ei_{чер} = -0,87_{мм}$, $es_{чер} = 0_{мм}$;

Для точіння напівчистового - $ei_{п/ч} = -0,35_{мм}$, $es_{п/ч} = 0_{мм}$;

Для точіння чистового - $ei_ч = -0,087_{мм}$, $es_ч = 0_{мм}$;

Для шліфування - $ei_{ш} = -0,003_{мм}$, $es_{ш} = 0_{мм}$.

Розрахунок припусків і проміжних розмірів:

Шліфувальна обробка:

$$d_{min.ш} = d_{max.ш} - ei_{ш}.$$

$$d_{п.ш} = d_{max.ш}.$$

$2Z_{min.ш}$ – по умові

$$2Z_{n.ш} = 2Z_{min.ш} + ei_ч.$$

$$2Z_{max.ш} = 2Z_{n.ш} + ei_{ш}.$$

$$d_{min.ш} = 55 - 0,03 = 54,97$$

$$d_{п.ш} = d_{max.ш} = 55$$

$$2Z_{min.ш} = 0,12$$

$$2Z_{n.ш} = 0,12 + 0,87 = 0,99$$

$$2Z_{max.ш} = 0,99 + 0,03 = 1,02$$

Чистове точіння:

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$d_{\min. ч} = d_{\max. ш} + 2Z_{\min. ш}$$

$$d_{п.ч} = d_{\max. ч} \text{ по формулі}$$

$$2 Z_{\min.ч} - \text{по умові}$$

$$2Z_{п.ч} = 2Z_{\min.ч} + ei_{п/ч}$$

$$2Z_{\max.ч} = 2Z_{п.ч} + ei_{ч}$$

$$d_{\min. ч} = 55 + 0,12 = 55,12$$

$$d_{п.ч} = d_{\max. ч} = 55,12 + 0,87 = 55,99$$

$$2 Z_{\min.ч} = 0,22$$

$$2 Z_{п.ч} = 0,22 + 0,35 = 0,57$$

$$2 Z_{\max.ч} = 0,57 + 0,87 = 1,44$$

Напівчистове точіння:

$$d_{\min. п/ч} = d_{\max. ч} + 2Z_{\min.ч}$$

$$d_{п.п/ч} = d_{\max. п/ч}$$

$$2 Z_{\min.п/ч} - \text{по умові}$$

$$2Z_{п.п/ч} = 2Z_{\min.п/ч} + ei_{чпер}$$

$$2 Z_{\max.п/ч} = 2Z_{п.п/ч} + ei_{п/ч}$$

$$d_{\min. п/ч} = 55,99 + 0,22 = 56,21$$

$$d_{п.п/ч} = d_{\max. п/ч} = 56,21 + 0,35 = 56,56$$

$$2 Z_{\min.п/ч} = 0,38$$

$$2 Z_{п.п/ч} = 0,38 + 0,87 = 1,25$$

$$2 Z_{\max.п/ч} = 1,38 + 0,35 = 1,7$$

Чорнове точіння:

$$d_{\min. чер} = d_{\max. п/ч} + 2Z_{\min.п/ч}$$

$$d_{п чер} = d_{\max. чер}$$

$$2 Z_{\min.чер} - \text{по умові}$$

$$2 Z_{п.чер} = 2Z_{\min.чер} + ei_{заг}$$

$$2 Z_{\max.чер} = 2Z_{п.чер} + ei_{чер}$$

$$d_{\min. чер} = 56,56 + 0,38 = 56,94$$

$$d_{п чер} = d_{\max. чер} = 56,94 + 0,87 = 57,77$$

$$2 Z_{\min.чер} = 3,68$$

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$2 Z_{n.чep} = 3,68 + 1,1 = 4,78$$

$$2 Z_{max.чep} = 4,78 + 0,87 = 5,65$$

Розміри заготовки:

$$d_{min.чep} = d_{max.чep} + 2Z_{min.чep}$$

$$d_{n.заг} = d_{min.заг} + ei_{заг}$$

$$d_{max.заг} = d_{n.заг} + es_{заг}$$

$$d_{min.чep} = 57,77 + 3,68 = 61,45$$

$$d_{n.заг} = 61,45 + 1,1 = 62,45$$

$$d_{max.заг} = 62,45 + 2,1 = 64,55$$

Усі результати за розрахунками зведені в таблицю 6.1.2.

Розрахунок загального номінального припуску ведеться по формулі:

$$2Z_{n.обц} = d_{n.заг} - d_{н.ш}$$

$$2Z_{n.обц} = 62,45 - 55 = 7,45$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

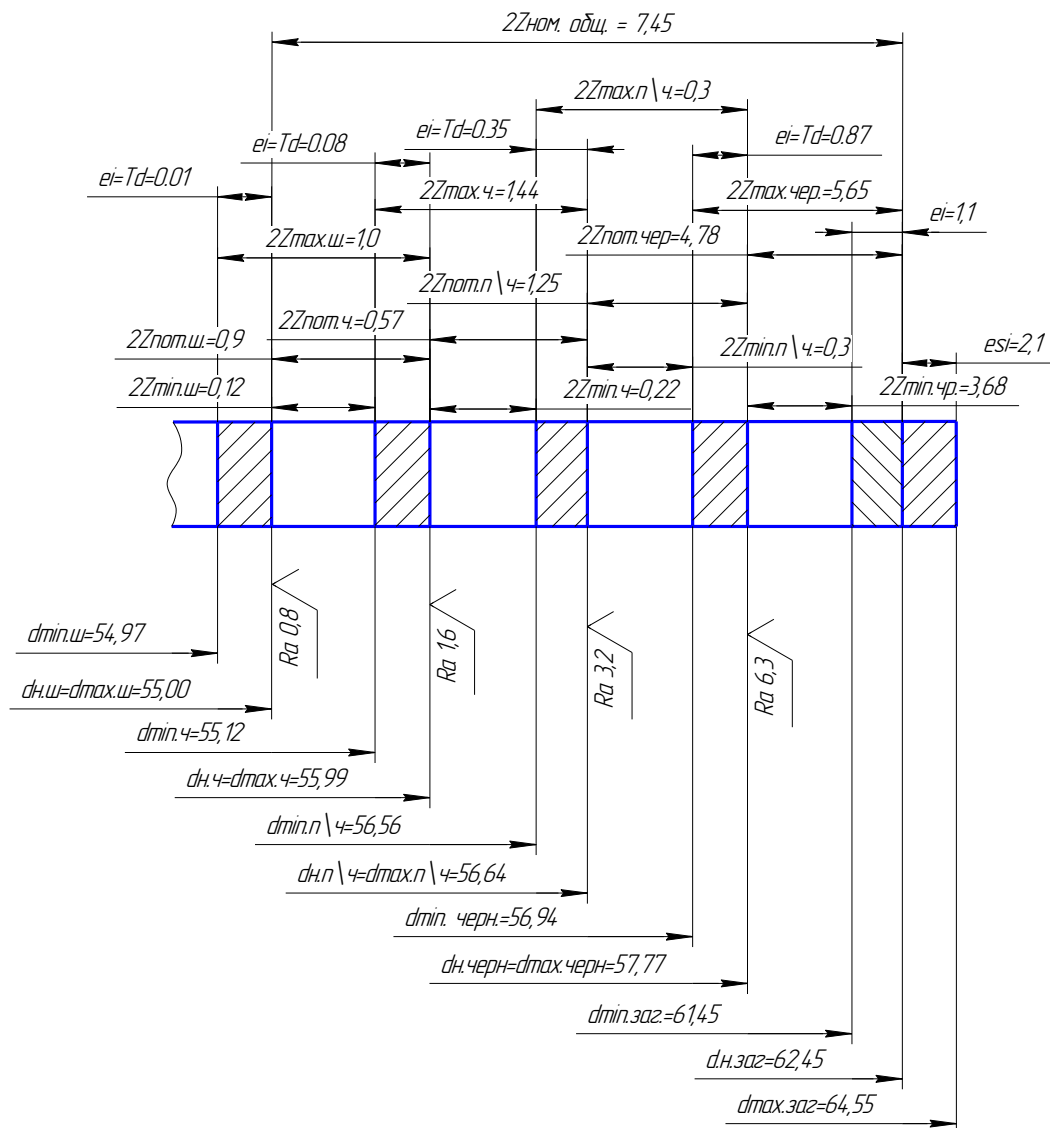


Рисунок 6.1.1 – Розрахунок припусків аналітичним способом

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Для розгляду цього питання в якості технологічної операції була прийнята операція – 030 токарна з ЧПК пропонуваного технологічного процесу. На даній операції обробляються поверхні, виділені на рисунку 6.2.1.

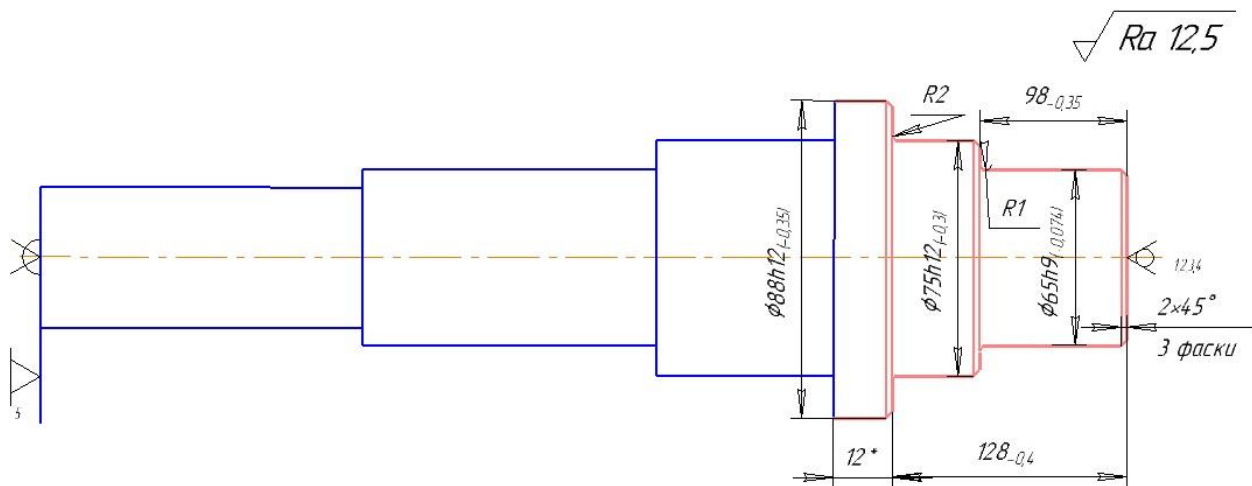


Рисунок 6.2.1 – Операційний ескіз (операція 030)

Проаналізувавши поверхні, обирається спосіб базування в центрах, тому що відсутні інші альтернативні рішення. Зазначені поверхні є доступними, не заважають доступу ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь, забезпечують обробку деталі на інших операціях без зміни баз (принцип постійності баз).

На даній операції заготовка позбавляється 5 ступенів вільності. При цьому виникають дві бази:

- подвійна направляюча – лівий і правий центровий отвір, позбавляють деталь 4-х ступенів вільності: переміщення вздовж осей X і Y і обертань навколо осей X і Y;

- опорна – торець уступу, позбавляє деталь одного ступеня вільності: переміщення вздовж осі Z.

Обрані бази використовуються на інших операціях, тобто досягається принцип постійності баз. Також додано таблицю відповідності 6.2.1 та матрицю зв'язків 6.2.2.

Таблиця 6.2.1 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1, 2, 3, 4	I, III, IV, VI	ПНБ
5	II	ОБ
6	V	

Таблиця 6.2.2 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування баз
1	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
1	0	0	0	
α	0	0	0	
Σ	2	2	1	5 ступенів

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Для виконання операції 030 токарна з ЧПК вибираємо токарний верстат моделі 16К20Т1 [14].

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.3.1.

Таблиця 6.3.1 – Технічна характеристика верстата мод. 16К20Т1

Характеристика	Величина
Найбільший діаметр встановлюваного виробу над станиною, мм	500
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	200
Найбільша довжина встановлюваного виробу в центрах, мм	1000
Діаметр циліндричного отвору в шпинделі, мм	55
Максимальна оброблювана довжина, мм	750
Поперечні переміщення, мм	210
Поздовжні переміщення, мм	905
Характеристика	Величина
Кількість керованих координат	2
Кількість одночасно керованих координат	2
Клас точності	П
Максимальна швидкість робочої поздовжньої подачі, мм/хв	2000
Максимальна швидкість робочої поперечної подачі, мм/хв	1000
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв	20...2500

Продовження таблиці 6.3.1

Кількість позицій інструментальної головки	6
Швидкі поздовжні переміщення, м/хв	15
Швидкі поперечні переміщення, м/хв	7,5
Точність позиціонування, мм	0,01
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11
Загальна потужність, кВт	21,4
Маса, кг	4000
Габаритні розміри, мм	3700x2260x1650

Проаналізувавши технічні характеристики верстата на операції 030 токарна з ЧПК, будемо використовувати верстат мод. 16K20T1, тому що його технічні характеристики та технологічні можливості повністю забезпечують безперешкодну обробку деталі.

Для виконання операції 070 кругло - шліфувальна вибираємо кругло-шліфувальний верстат моделі 3M151 [14].

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.3.2.

Таблиця 6.3.2 – Технічна характеристика верстата мод. 3M151

Характеристика	Величина
Діаметр оброблюваної деталі, мм	200
Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм	700
Маса заготовки, кг	300
Найбільший хід стола, мм	705
Частота обертання шпинделя, мм/хв	1600
Конус шпинделя шліфувальної бабки та пінолі задньої бабки	KM4
Висота центрів над столом, мм	125
Число обертів заготовки, мм/хв	40÷400
Максимальний кут повороту верхнього столу, град.:	
за годинниковою стрілкою	3
проти годинникової стрілки	10
Внутрішній конус шпинделя бабки та пінолі задньої бабки	M4
Параметри шліфувального кола, мм	750x80x305

Продовження таблиці 6.3.2

Найбільше переміщення піною задньої бабки, мм	35
Потужність головного двигуна, кВт	11
Маса, кг	5420
Габаритні розміри, мм	4975x2337x2330

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

На операцію – 030 токарна з ЧПК вибираємо верстатні пристрої, металорізальні та вимірювальні інструменти [15].

Для установки і закріплення деталі «Вал» використовуємо паводковий патрон ГОСТ 2578-70.

Призначаємо центр обертовий типу А, виконання 1 з конусом Морзе 5, нормальної серії. Позначення: центр А-1-5-Н ГОСТ 8742-75.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо різець SKUPL25X25M12T5K10 ГОСТ 20812-80, різець САJС1 25X25 M12T15K6 ГОСТ18874-73, різець SKUPL25X25M12 T30K4 ГОСТ 20812-80.

Для контролю розмірів використовуємо штангенциркуль ШЦ–25-0,1-2 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ – 250-0,1-2 ГОСТ 166-89.

Для контролю поверхонь використовуємо зразки шорсткості ГОСТ9378-75.

Зведемо до таблиці 6.4.1 верстатний пристрій, ріжучий, вимірювальний та допоміжний інструмент, який використовується при механічній обробці на операції 030.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						31

Таблиця 6.4.1 – Ріжучий та вимірювальний інструмент, що використовується при обробці на операції 030 токарна з ЧПК

Номер та зміст переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент	Допоміжний інструмент
Обточування зовнішніх поверхонь	<p>різець SKUPL25X25M12T5K10 ГОСТ 20812-80,</p> <p>різець SAJCI 25X25 M12T15K6 ГОСТ18874-73,</p> <p>різець SKUPL25X25M12 T30K4 ГОСТ 20812-80</p>	<p>Штангенциркуль ШЦ-25-0,1-2 ГОСТ 166-89,</p> <p>штангенциркуль ШЦ - 250 -0,1-2 ГОСТ 166-89,</p>	<p>паводковий патрон ГОСТ 2578-70,</p> <p>Центр А-1-5-Н ГОСТ 8742-75,</p> <p>Плита 1-2 2000И1000 ГОСТ 10905-75,</p> <p>призми ПЗ-1-1 ГОСТ 5641-86,</p> <p>зразки шорсткості ГОСТ 9378-75</p>

На операцію – 070 кругло-шліфувальна вибираємо верстатні пристрої, металорізальні та вимірювальні інструменти.

Для установки і закріплення деталі «Вал» використовуємо Хомутик 7107-0043 ГОСТ 2578-70.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо коло шліфувальне ПП705 75305 22А 40-НСМ26К1 35 м/с А1кл ГОСТ10197-78.

Для контролю поверхонь використовуємо зразки шорсткості ГОСТ9378-75.

Для контролю розмірів використовуємо калібр-скоба ПР65h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР75h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР65h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР55h7НЕ ГОСТ 18362-73.

Таблиця 6.4.2 – Ріжучий та вимірювальний інструмент, що використовується при обробці на операції 070 кругло – шліфувальна.

Номер та зміст переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент	Допоміжний інструмент
Шліфування зовнішніх поверхонь	Круг шліфувальний ПП705 75305 22А 40-НСМ26К1 35 м/с А1кл ГОСТ10197-78	Калібр-скоба ПР65h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР75h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР65h7НЕ ГОСТ 18362-73, калібр скоба ПР55h7НЕ ГОСТ 18362-73	Хомутик 7107-0043 ГОСТ 2578-70, зразки шорсткості ГОСТ9378-75

6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 030 токарна з ЧПК.

1) Вибір верстатного устаткування.

Верстат моделі 16К20Т1

2) Схема базування деталі на операції.

В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів вільності. Мають місце дві технологічні бази, а саме:

- центрові отвори – подвійна напрямна база (позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності) прямої;
- лівий центровий отвір є також опорною базою (позбавляє деталь одного ступеня вільності).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						33

Деталь встановлюється в центрах; момент, що крутить, передається повідковим патроном.

3) Вибір подач [16]

Для чорнової стадії обробки поверхонь 1, 3, 4, 6, 7 подачі вибираємо $S_{om}=0,63$ мм/об.

Визначаємо поправочні коефіцієнти на подачу залежно від інструментального матеріалу $K_{SI}=1,15$, способу кріплення пластини $K_{SP}=1,00$.

Для напівчистої стадії обробки поверхонь 2, 5, 8 значень подачі визначаємо $S_{om}=0,49$ мм/об, для чистої стадії обробки поверхня 2 $S_{om}=0,22$ мм/об. Визначаємо поправочні коефіцієнти на подання залежно від інструментального матеріалу $K_{SI}=1,00$, способу кріплення пластини $K_{SP}=1,10$.

Визначаємо поправочні коефіцієнти на подачі чорною і напівчистою стадій обробки для змінених умов обробки залежно від:

- перерізу державки різця $K_{SD}=1,00$;
- міцності різальної частини $K_{Sh}=1,00$;
- тех. властивостей оброблюваного матеріалу $K_{SM}=0,9$;
- схеми установки заготовлі $K_Y=0,9$;
- стану поверхні заготовлі $K_{ST}=1,00$;
- геометричних параметрів різця $K_{Sp}=1,00$;
- жорсткості верстата $K_{SJ}=0,75$.

Остаточна подача чорнової стадії обробки визнена по формулі:

$$S_o = S_{om} \cdot K_{SI} \cdot K_{SP} \cdot K_{SD} \cdot K_{Sh} \cdot K_Y \cdot K_{ST} \cdot K_{Sp} \cdot K_{SJ} \cdot K_{SM}. \quad (6.5.1)$$

Для поверхонь 1, 3, 4, 6, 7 $S_o = 0,63 \cdot 1,00 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,75 \cdot 0,90 = 0,47$ (мм/об).

Остаточна подача напівчистої стадії обробки визначають по формулі (6.5.1):

Для поверхонь 2, 5, 8 $S_o = 0,49 \cdot 1,00 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,75 \cdot 0,90 = 0,36$ (мм/об).

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Остаточне подання чистової стадії обробки визначають по формулі (6.5.1):

$$S_0 = 0,22 \cdot 1,00 \cdot 1,10 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,75 \cdot 0,90 = 0,16(\text{мм/об}).$$

4) Вибір швидкості різання.

Рекомендовані значення швидкості різання для чорнової і напівчистової стадій обробки вибирають з карти 21 [17]. При чорновій стадії обробки швидкість різання для поверхонь 1, 3, 4, 6, 7 – $V_T=203$ м/хв. При напівчистовій стадії обробки швидкість різання для поверхонь 2, 5, 8 – $V_T=166$ м/хв. При чистовій стадії обробки швидкість різання для поверхні 2 – $V_T=300$ м/хв.

Поправочний коефіцієнт залежно від інструментального матеріалу: для чорнової стадії обробки $K_{VI}=0,85$; для напівчистової – $K_{VI}=1,00$.

По карті 23 [17] вибираємо інші поправочні коефіцієнти на швидкість різання при чорновій і напівчистовій стадіях обробки для змінених умов залежно від:

- групи оброблюваності матеріалу $K_{VC}=1,00$;
- виду обробки $K_{VO}=1,00$;
- жорсткості верстата $K_{VJ}=1,00$;
- тех. властивостей оброблюваного матеріалу $K_{VM}=1,00$;
- геометрія різця $K_{V\phi}=1,40$;
- періоду стійкості різальної частини $K_{VT}=1,00$;
- наявності охолодження $K_{VЖ}=1,00$.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання обчислюють за формулою:

$$K_V = K_{VI} \cdot K_{VC} \cdot K_{VO} \cdot K_{VJ} \cdot K_{VM} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VT} \cdot K_{VЖ} \quad (6.5.2)$$

- для чорнової стадії обробки $K_V=1,19$;
- для напівчистової стадії обробки $K_V=1,40$.
- для напівчистової стадії обробки $K_V=1,19$.

Остаточна швидкість різання при чорновій і напівчистовій стадіях обробки визначають по формулі:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					35

$$V_K = V_T \cdot K_V \quad (6.5.3)$$

$$V_K = 203 \cdot 1,19 = 242 \text{ м/хв}$$

$$V_K = 166 \cdot 1,40 = 232 \text{ м/хв}$$

$$V_K = 300 \cdot 1,19 = 367 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя визначається по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (\text{об/хв})$$

При чорновій стадії обробки для поверхонь 7, 6:

$$n = \frac{1000 \cdot 242}{3,14 \cdot 88} = 876 \text{ (об/хв)}$$

Для поверхонь 4, 3:

$$n = \frac{1000 \cdot 242}{3,14 \cdot 75} = 1028 \text{ (об/хв)}$$

Для поверхні 1:

$$n = \frac{1000 \cdot 242}{3,14 \cdot 65} = 1200 \text{ (об/хв)}$$

При напівчистовій стадії обробки для поверхні 8:

$$n = \frac{1000 \cdot 232}{3,14 \cdot 88} = 840 \text{ (об/хв)}$$

Для поверхні 5:

$$n = \frac{1000 \cdot 232}{3,14 \cdot 75} = 985 \text{ (об/хв)}$$

Для поверхні 2:

$$n = \frac{1000 \cdot 232}{3,14 \cdot 65} = 1151 \text{ (об/хв)}$$

При чистовій стадії обробки для поверхні 2

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$N_T = 9,8 \text{ кВт}$$

При напівчистовій стадії обробки таблична потужність різання для поверхонь 2, 5, 8:

$$N_T = 7,5 \text{ кВт}$$

$$N = N_T \cdot K_N$$

При чорновій стадії обробки $N = 9,8 \cdot 1,00 = 9,8 \text{ кВт}$

При напівчистовій стадії обробки $N = 7,5 \cdot 1,00 = 7,5 \text{ кВт}$

При чистовій стадії обробки $N = 7,5 \cdot 1,00 = 7,5 \text{ кВт}$

Визначення хвилинного подачі.

Хвилинне подання розраховуємо по формулі:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_o \text{ (мм/хв)}$$

При чорновій стадії обробки таблична потужність різання для поверхонь 6, 7

$$S_M = 800 \cdot 0,47 = 376 \text{ мм/хв}$$

Для поверхонь 4, 3:

$$S_M = 1000 \cdot 0,47 = 470 \text{ мм/хв}$$

Для поверхні 1

$$S_M = 1000 \cdot 0,47 = 470 \text{ мм/хв}$$

При напівчистовій стадії обробки для поверхні 8:

$$S_M = 800 \cdot 0,36 = 288 \text{ мм/хв.}$$

Для поверхні 5

$$S_M = 800 \cdot 0,36 = 288 \text{ мм/хв.}$$

Для поверхні 2

$$S_M = 1000 \cdot 0,36 = 360 \text{ мм/хв.}$$

При чистовій стадії обробки для поверхні 2

$$S_M = 1400 \cdot 0,16 = 224 \text{ мм/хв.}$$

Таблиця 6.5.1 – Режими різання

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						38

№ пов.	Чорнова стадія					Получистова стадія			Чистова стадія
	1	3	4	6	7	2	5	8	2
$t_{рез}, мм$	2	2,5	2	2,5	2	1,5	1,5	1,5	0,8
$S_o, мм/об$	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,33	0,33	0,33	0,16
$V_T, м/хв$	242	242	242	242	242	232	232	232	300
$n_{ф}, хв^{-1}$	1000	1000	1000	800	800	800	800	1000	1400
$V_{ф}, м/хв$	221	236	236	221	221	221	188	221	285
$N_T, кВт$	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	7,5	7,5	7,5	7,5
$N_{ф}, кВт$	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	7,5	7,5	7,5	7,5
$S_M, мм/хв$	470	470	470	376	376	360	288	288	224

Операція 070 Кругло-шліфувальна

Вибір устаткування – кругло-шліфувальний верстат моделі 3М151

Найбільший розмір встановлюваної деталі $d200$ мм, довжина 700 мм;

Частота обертання шліфувального круга 1590 $хв^{-1}$;

Швидкість переміщення столу $0,05 \div 5$ м/хв;

Межі частот обертання деталі $50 \div 500$ $хв^{-1}$;

Подача різання $0,01 \div 3$ мм/хв;

Вибір швидкості обертання деталі:

для поверхонь 1, 3:

$$V_d = 20,23 \text{ м/хв приймаємо } V_d = 20 \text{ м/хв}$$

для поверхні 2:

$$V_d = 20,23 \text{ м/хв приймаємо } V_d = 20 \text{ м/хв}$$

для поверхні 4:

$$V_d = 28,46 \text{ м/хв приймаємо } V_d = 35 \text{ м/хв}$$

Вибір оборотів шпинделя:

Для поверхонь 1, 3:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					39

$$n_m = 120 \dots 210 \text{ приймаємо } n_m = 150 \text{ м/хв}$$

Для поверхні 2:

$$n_m = 120 \dots 210 \text{ приймаємо } n_m = 150$$

Для поверхні 4

$$n_m = 175 \dots 290 \text{ приймаємо } n_m = 290$$

Визначення фактичної швидкості; (по формулі 6.5.4)

Для поверхонь 1, 3

$$V_{\phi} = 30 \text{ м/хв}$$

Для поверхні 2

$$V_{\phi} = 30 \text{ м/хв}$$

Для поверхні 4

$$V_{\phi} = 50 \text{ м/хв}$$

Вибір поперечної подачі:

Для поверхонь 1, 3:

$$St_x = 0,0043 \text{ мм/хід } K_1 = 0,90 K_2 = 1,10$$

Для поверхні 2:

$$St_x = 0,0027 \text{ мм/хід}$$

Для поверхні 4:

$$St_x = 0,0021 \text{ мм/хід}$$

коригування з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

$$St_x = 0,0043 \cdot 0,90 \cdot 1,10 = 0,0096 \text{ мм/хід}$$

$$St_x = 0,0027 \cdot 0,90 \cdot 1,10 = 0,0060 \text{ мм/хід}$$

$$St_x = 0,0021 \cdot 0,90 \cdot 1,10 = 0,0046 \text{ мм/хід}$$

Визначення величини подовжнього подачі;

$$S_{\text{прод}} = S_d \cdot B \text{ при } B = 75$$

$$S_{\text{прод}} = 0,5 \div 75 = 37,5 \text{ мм/об}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					40

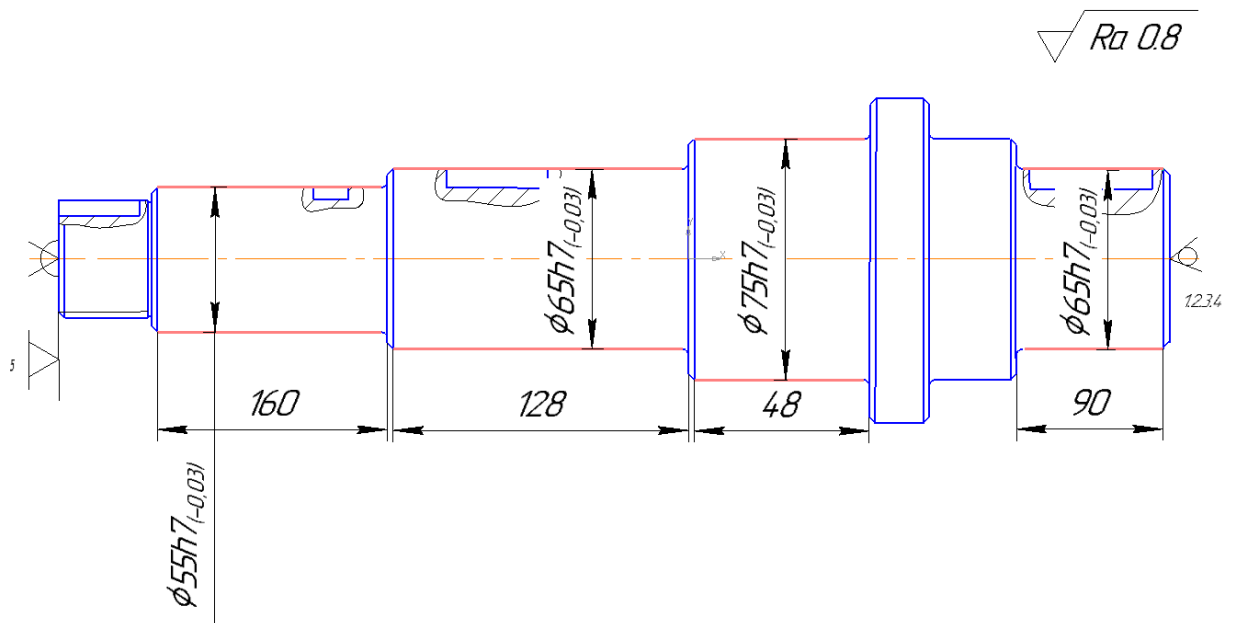


Рисунок 6.5.1 – Операційний ескіз (операція 070)

6.6 Технічне нормування операцій

В основі розрахунків продуктивності праці лежить технічне нормування операцій. З цією метою розраховують технічні норми штучно-калькуляційного часу, так як раніше було визначено тип виробництва – середньосерійне. Технічне нормування будемо проводити для операції токарна з ЧПК. Технічне нормування операцій здійснюємо згідно вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Метою даного нормування є визначення норми штучно-калькуляційного часу на операції.

Основний час: $T_0 = 1,45$ хв.

Визначаємо допоміжний час, для операції 030 токарна з ЧПК, за формулою:

$$T_d = T_{вст} + T_{кв} + T_{вим}$$

де $T_{вст} = 0,60$ хв – час на установку і зняття заготовки;

$T_{кв} = 0,08$ хв – допоміжний час, пов'язаний з керуванням верстата;

$T_{вим} = 0,06$ хв – час на вимірювання.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	41

$$T_d = 0,60 + 0,08 + 0,06 = 0,74 \text{ хв}$$

Визначення норми штучного часу;

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_d * K_{тв}) * (1 + \frac{a_{мех} + a_{орг} + a_{відп}}{100})$$

де $K_{тв}$ – поправочний коеф. на виконання ручної допоміжної роботи

$$K_{тв} = 1,0$$

$a_{тех} + a_{орг} + a_{відп}$ - час на орг. тих. обслуговування, відпочинок, особисті потреби;

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{відп} = 7\%$$

$$T_{шт} = (2,28 + 0,74 * 1,0) * (1 + \frac{7}{100}) = 3,23$$

Визначення підготовчо-заключного часу $T_{пз}$:

$T_{пз}$ складається з часу:

- 1) на отримання креслення і наряду, $T = 4$ хв ;
- 2) на ознайомлення з роботою та кресленням, $T = 2$ хв ;
- 3) інструктаж майстра, $T = 2$ хв ;
- 4) отримання основного та допоміжного інструменту, верстатного пристрою та заготовки, $T = 9$ хв;
- 5) час на встановлення вихідних режимів роботи станка, $T = 1,55$ хв;
- 6) час налаштування пристрою для подачі ЗОР: 1,45 хв.

$$T_{пз} = 4 + 2 + 2 + 9 + 1,55 + 1,45 = 20 \text{ хв}$$

Визначення норми часу на виконання операції

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

де $T_{пз}$ - підготовчо-завершальний час;

n - кількість деталей;

$$T_{шк} = 3,23 + \frac{20}{142} = 3,37 \text{ хв}$$

Результати нормування зведені в таблицю 6.6.1

						Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 6.6.1 – Результати нормування

№, найменування операції	Перехід (режущий інструмент)	Результати нормування									
		t	S	Vф	пф	Тс	Тв	Тмв	Тшт	Тпз	Тшк
		мм	мм/об	м/хв	про/хв	хв	хв	хв	хв	хв	хв
010 Фрезерно-центрувальна	P.I.1	5	0,28	178	710	1,53	1,01	-	2,57	22	3,54
	P.I.2	5,5	0,28	26	355						
	P.I.3	5,5	0,21	28	318						
030 Токарна з ЧПК	P.I.1	2,7	0,47	221	800	1,45	0,74	0,83	3,23	20	3,37
	P.I.2	1,5	0,33	236	1000						
	P.I.3	0,8	0,16	285	1400						
040 Токарна з ЧПК	P.I.1	2,7	0,56	205	800	3,54	0,74	0,92	5,56	20	5,8
	P.I.2	1,5	0,14	228	1000						
	P.I.3	0,8	0,11	337	1200						
	P.I.4	1,5	1,5	104	355						
050 Шпоночно-фрезерна	P.I.1	0,2	0,04	16	318	8,84	3,79	-	13,7	22	14,4
	P.I.2	0,2	0,02	32	318						
070 Кругло-шліфувальна	P.I.1	0,8	0,0060	30	150	6,36	8,1	-	14,46	222	14,93

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Мета та завдання на проектування

На шпоночно-фрезерній операції 050 із ЧПК виконується фрезерування чотирьох пазів у деталі «Вал». Так як дана деталь є однією з відповідальних складових ГПА, тому для неї ставляться високі вимоги щодо точності розмірів, форми та розташування поверхонь. Для виконання даних вимог застосовується циліндрична оправка, так як її використання виключає похибку базування.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції рекомендується замість ручного затиску використовувати пневматичний [18].

Застосування пневмокамери має певний ряд переваг:

- збільшення продуктивності роботи;
- зменшення допоміжного часу;
- зменшення трудомісткості роботи;
- швидкість дії та простота в управлінні;
- забезпечення необхідних зусиль затиску;
- зменшення розряду працівника;
- збільшення стабільності параметрів по точності виконання операції.

Так як проводиться фрезерування 4 – х пазів набором з 4 – х фрез, то форма канавки отримується інструментом. Відхилення від площинності паза розраховується за ГОСТ 24643-81.

Оскільки для обробки валу застосовуємо призми разом, то базовими поверхнями будуть виступати: отвори $\varnothing 55h7$ та $\varnothing 75h14$, а також торець заготовки $\varnothing 65h7$.

Заготовка буде оброблюватися на верстаті моделі 692М.

Основні параметри верстата:

- частота обертання шпинделя – 3750 об/хв;
- подача – 1,6 мм/об;
- максимальна осьова сила різання: $P = 8000 \text{ Н}$;
- потужність електродвигуна – 1,6 кВт;

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- Найбільший діаметр фрези , мм = 5.....300.

7.2 Розробка і обґрунтування схеми базування

При базуванні деталі на шпоночно-фрезерній операції (рис. 7.2.1) Деталь кладеться в призми та фіксується прихватами. У данному випадку формуються дві технологічні бази: подвійна направляюча (позбавляє 4-х ступенів вільності) і опорна (позбавляє деталь одного ступеня вільності). Прихвати позбавляють деталь провороту.

Вибираємо для базування такі поверхні як $\varnothing 55h7$, $\varnothing 75h14$ та лівий торець деталі $\varnothing 65H7$.

Крім того, застосування цих поверхонь, як базових, не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

Два діаметральних розміри $\varnothing 55h7$, $\varnothing 75h14$, які були вибрані для закріплення деталі в призми, лишають деталь 4-х ступенів вільності, тобто це подвійна направляюча база (рисунок 7.2.1). Вона забезпечує паралельність осі оброблюваних пазів до осі валу (осі заготовки).

У якості опорної бази беремо торець деталі $\varnothing 65h7$, вона позбавляє заготовку однієї ступені вільності.

Дана схема базування показана на рисунку 7.2.1.

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де $P = 0,4$ МПа – тиск стисненого повітря,

D – діаметр камери,

d – діаметр входу (штоку).

Для розрахунку дійсної сили затиску необхідно з формули 7.3.1 виразити та розрахувати D .

$$D = \frac{3,14 \cdot D^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 196,2 \text{ кг, звідси}$$

$$D = \sqrt{\frac{16 \times 643,59}{3,14 \cdot 0,4}} \approx 106 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 120$ мм.

Розраховую дійсну силу затиску за формулою 7.3.1:

$$W_D = \frac{\pi \cdot (D-d)^2}{16} p = 1038 \text{ МПа}$$

7.4 Розрахунок на міцність

Розраховуємо на міцність при розтягування різь на штоці (рисунок 7.4.1). Матеріал штока – Сталь 45. Для того, щоб при роботі різьбу не зірвало, необхідне виконання умови:

$\sigma_B \leq [\sigma]_B$, де σ_B - межа міцності різі, кг/мм²; $[\sigma]_B$ - допустима межа міцності, кг/мм², яка визначається за формулою:

$$[\sigma]_B = 0,6 \cdot \sigma_T, \quad (7.4.1)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу штока, кг/мм². Для сталь 45 $\sigma_T = 590$ МПа.

$$[\sigma]_B = 0,6 \cdot 590 = 354 \text{ МПа.}$$

Небезпечним перетином на різі являється перетин, після її нарізання. Розрахунок діаметра різі проводиться за формулою:

$$d_p = d - 0,94 \cdot p, \quad (7.4.2)$$

де p – крок різі, мм,

d – зовнішній діаметр різі, мм.

Крок різі для М12 – $P=1$ мм та $d=12$ м.

$$d_p = 12 - 0,94 \cdot 1 = 11,06 \text{ мм.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Межа міцності різі визначається за формулою:

$$\sigma_B = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot p},$$

$$F = W \cdot 9,88$$

$$F = 10255,44 \text{ Н}$$

$$\sigma_B = \frac{4 \times 10255,44}{3,14 \times 12^2 \times 0,4} = 226,81 \text{ кг/мм}^2$$

Умова виконується, тобто деталь використовуємо ($226,8 \leq 354$)

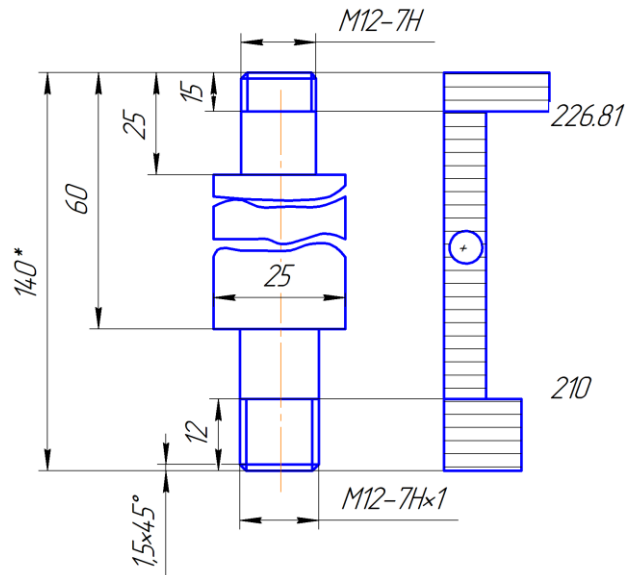


Рисунок 7.4.1 – Шток пристрою

7.5 Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою 7.5.1:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_o)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.5.1)$$

де $T = 620$ мкм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції,

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин,

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування,

$\epsilon_6 = 0$ – похибка базування заготовки в пристрої (вимірювальна і технологічна бази співпадають),

$\epsilon_3 = 0$ – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблених поверхонь заготовок від дії затискної сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється),

$\epsilon_{\text{п}} = 0$ – похибка перекосу інструмента .

$\epsilon_{\text{и}}$ – похибка, що виникає внаслідок зношування встановлювальних елементів пристрою. Визначається за формулою 7.5.2:

$$\epsilon_{\text{и}} = N \cdot \beta, \quad (7.5.2)$$

де $\beta = 0,001$ – постійний коефіцієнт, що залежить від виду встановлювальних елементів і умов контакту поверхонь;

$N = 10000$ шт – кількість контактів заготовки з опорою в рік;

$$\epsilon_{\text{и}} = 10000 \cdot 0,001 = 10 \text{ мкм} .$$

$K_{\text{T2}} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки,

$\omega = 180$ мкм – середня економічна точність обробки (допуск по 13 квалітету),

$\epsilon_{\text{поз}} = 0$ – похибка позиціонування (заготовка не повертається).

Підставляємо значення в формулу 7.5.1:

$$\epsilon_{\text{пр}} = 620 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,005^2 + 0^2 + 9^2 + (0,6 \cdot 180)^2 + 0^2} = 430 - 130 = 300 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск паралельності:

$$\epsilon_{\text{пр}} = 300 \text{ мкм}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

7.6 Опис, принцип дії та експлуатація пристрою

Пристрій в складанні повинен задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду деталі та забезпечувати якісну обробку заготовки по заданим розмірам.

Складання пристрою:

1. Всі деталі та вузли пристрою піддаються візуальному контролю, виявленні дефекти (якщо такі мають місце) усунути.
2. Беремо плиту (3) та опорну плиту (10), фіксуємо гвинтами (11), до плити прикручуємо стойку (22). Беремо призми (8) та (9) і фіксуємо гвинтами (6) та (7). Перевертаємо та закріплюємо пневмокамеру (1) гвинтами (7), на камеру закріплюємо шток (4).
3. Складаємо силовий важіль (12) і скріплюємо гайками (14). На плиту устанавлюємо стойку (15). Важіль закріплюємо на стойку болтами (16) та гайками (14). Силовий важіль (12) скріплюємо зі штоком (4) кріпильним валом (5). Потім закріплюємо пневморозподільювач (16). Закріплюємо рем-болти (17) до плити (1).
4. Проводимо пригонку, змазку, регулювання рухомих та з'ємних деталей пристрою у відповідності до технічних вимог креслення загального виду деталі.
5. Провести контроль розмірів комплекту баз пристрою.

Експлуатація пристрою:

1. Встановити та закріпити пристрій на столі обраного верстата з урахуванням нульової точки верстата.
2. Провести налаштування ріжучих інструментів на обробляємій поверхні.
3. Підготувати базові поверхні пристрою для встановлення заготовки.
4. Встановити заготовку на призми 8 та 9.
5. Для закріплення деталі подати стиснене повітря в верхню частину пневмокамери 3. Проводити обробку.
6. Припинити подачу повітря.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

7. Вивільнити деталь.
8. Підготувати базові поверхні пристрою до встановлення нової заготовки.
9. В процесі експлуатації пристрою 1 раз в 1,5÷2 роки піддавати контролю розмірів комплекту баз пристрою. Заміну зношених деталей та вузлів пристрою проводити у відповідності до технічних вимог креслення загального вигляду деталі.
10. Пристрій зберігати на дерев'яній основі. Дія атмосферних опадів та агресивних середовищ на нього не допускається.

7.7 Проектування різального інструменту

На операції 050 Шпоночно фрезерної, для фрезерування паза застосовуємо різальний інструмент – кінцева фреза з циліндричним хвостовиком $d8$ мм.

Для того, щоб розрахувати цю фрезу розглянемо усі сили що діють на неї в процесі обробки. На рисунку 7.7.1 представлена схема фрезерування.

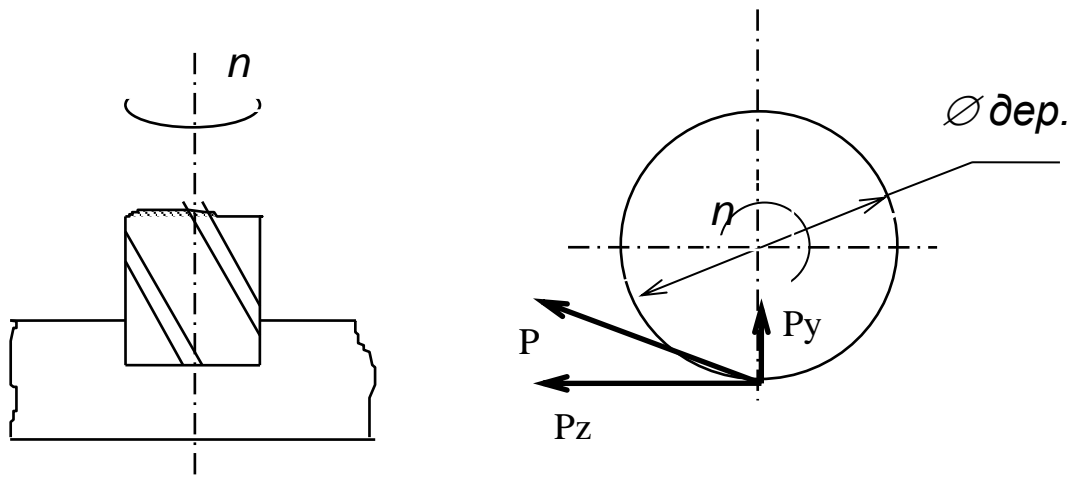


Рисунок 7.7.1 – Схема фрезерування та діючі сили на фрезу

Вибираємо основні розміри: $L=63$ мм; $l=19$ мм; $D=8$ мм і число зубів фрези : $z=4$.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						51

Режими різання: $t=2$ мм; $B=8$ мм; $S_z=0,02$ мм/зуб; $V=32$ м/хв.

Діаметр державки фрези розраховується по формулі 7.7.1:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{сум}}}{0,1\sigma_{\text{и.д}}}}, \quad (7.7.1)$$

де $M_{\text{сум}}$ – сумарний момент діє на державку фрези, визначається по формулі (7.7.2);

$\sigma_{\text{и.д}}$ – допустима напруга на вигин матеріалу державки ($\sigma_{\text{и.д}}=250$ МПа).

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{M_{\text{виг}}^2 + M_{\text{кр}}^2} \quad (7.7.2)$$

де $M_{\text{виг}}$ – момент, що вигинає, визначається по формулі 8.3;

$$M_{\text{виг}} = \frac{3}{16} Pl \quad (7.7.3)$$

де P – рівнодійна сила, визначається по формулі 8.4;

l – плече дії сили P .

$$P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} \quad (7.7.4)$$

$M_{\text{кр}}$ – момент, що крутить, визначається по формулі 8.5;

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2} \quad (7.7.5)$$

де P_z – головна складова сили різання при фрезеруванні визначається по формулі 8.6;

D – діаметр фрези.

$$P_z = \frac{9,81 C_p t^{xp} S_z^{yp} B_z}{D^{qp}} \quad (7.7.6)$$

де C_p – коефіцієнт конкретних умов обробки ($C_p=68,2$);

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

хр,ур,qr – показники міри для конкретних умов обробки(хр=0,86; ур=0,72; qr=0,86).

$$P_z = \frac{9,81 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 8 \cdot 4}{8^{0,86}} = 3835(H)$$

$$P_y = 0,35P_z = 0,35 \times 3835 = 1342 \text{ Н}$$

Рівнодійна сила:

$$P = \sqrt{3835^2 + 1342^2} = 4063(H)$$

Сумарний момент за формулою 7.7.7 становить:

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} Pl\right)^2 + \left(\frac{P_z D}{2}\right)^2} \quad (7.7.7)$$

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot 4063 \cdot 38\right)^2 + \left(\frac{3835 \cdot 8}{2}\right)^2} = 15361 \text{ (Н}\cdot\text{мм)} = 15,3 \text{ (Н}\cdot\text{м)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{15,3}{0,1 \cdot 250 \cdot 10^6}} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ мм.}$$

Набуває стандартного значення діаметру державки d=8 мм.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.

2. Методичні вказівки до практичних робіт із курсів «Теоретичні основи технології виготовлення та складання машин» та «Технологія машинобудування» для студентів напряму 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / укладачі: В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 76 с.

3. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.

4. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

5. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

6. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

7. Марочник сталей і сплавів. 2-е вид., Доп. і випр. / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А.С. Зубченко - М.: Машинобудування, 2003. 784 с.: іл.

8. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении; справочник технолога / А. Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М. А. Калинин. – Москва: Машиностроение, 1976. – 288 с.

9. Довідник технолога - машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., Перероб. і доп. - М.: Машинобудування, 1985. 656 с., іл.

10. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

11. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; под общ. Ред. В. М. Плескача. – К.: Выща шк., 1991. – 247 с.

12. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок припусків дослідно-статистичним методом» з курсу «Технологічні основи машинобудування для студентів бвквалуратури 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / укладач О. У Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2003. – 11 с.

13. Кирилук Ю. Е. Допуски и посадки: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. 135., 3 ил., 26 табл.

14. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983. – 464 с.

15. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. Москва, Ленинград : Машингостроение, 1964. – 652 с.

16. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт виконуваних на металорізальних верстатах з ЧПК. - Ч.1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточні, свердлильні, довбальні і фрезерні верстати. – Москва: Машинобудування, 1974. – 416 с.

17. Барановський Ю.В. Режимы різання металів. Довідник. Вид. 3-е, пререраб. і доп. М.: Машинобудування. 1972. - 408 с., іл.

18. Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений для студентов заочной формы обучения специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / сост. Г. С. Чумаков. – Харьков: ХПИ, 1986. – 34 с.

19. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с.

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДОДАТОК А

Охорона праці. Параметри, які характеризують вібрації. Дія на організм людини.

Нормування. Методи захисту

Вібрація – це механічні коливання в області дозвукових і звукових частот, що генеруються у пружних тілах або тілах, що знаходяться під дією перемінного фізичного поля, які сприймаються людиною як поштовхи; тобто це процес поширення механічних коливань у твердих тілах [19].

Організмом людини механічні коливання тіл з частотою менше 20 Гц сприймаються як вібрація, а коливання з частотою від 20 Гц до 8000 Гц одночасно – вже як вібрація і шум, понад 8000 Гц – як тепло.

Джерелом вібрації виступають динамічно неврівноважені деталі машин, механізми та їх робочі органи, а також різні виробничі процеси.

За способом передачі коливань на організм людини вібрацію поділяють на загальну і локальну.

Локальна – передача вібрації здійснюється через руки працюючого під час роботи із джерелом вібрації (віброінструментом). Локальна вібрація має місце при використанні робітниками під час виробничого процесу пневматичних і електричних інструментів (відбійні, клепальні, рубальні молотки).

Загальна – передача коливань здійснюється через опорні поверхні тіла сидячої або стоячої людини на весь організм (по хребту). Вплив загальної вібрації спостерігається, якщо робітник перебуває безпосередньо на установці (машині), що вібрує (віброплатформи, автоматичні бетоноукладальники), а також у разі передачі йому вібрації від двигунів, устаткування, працюючих машин через підлогу.

Залежно від джерел виникнення загальна вібрація поділяється на наступні категорії:

1. Транспортна вібрація. Вона виникає в результаті руху машин по місцевості та дорогах.

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата					

2. Транспортно-технологічна вібрація. Виникає така вібрація при роботі машин, що виконують технологічні операції в стаціонарному положенні і (або) при переміщенні машин по спеціально підготовленій для них частині виробничого приміщення (крани, екскаватори і т.п.).

3. Технологічна вібрація. Вона виникає при роботі стаціонарних машин, або передається на робочі місця, що не мають явних джерел вібрації (вентилятори, стіни, хімічні установки і т.п.). За напрямком дії загальну та локальну вібрації розрізняють з урахуванням осей ортогональної системи координат X, Y, Z (рисунок А1).

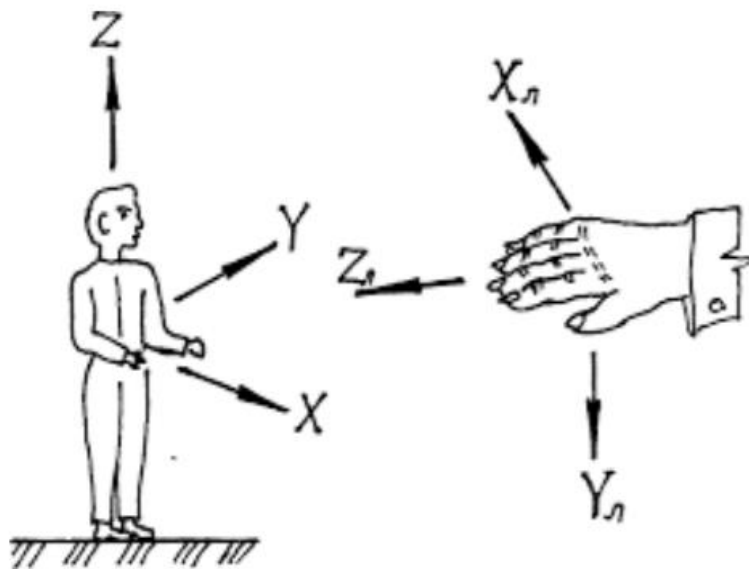


Рисунок А1 – Напрямки координатних осей для загальної та локальної вібрації

Вертикальна вібрація діє вздовж вісі тіла людини, вона позначається буквою Z, а горизонтальна, передньо-задня та бокова - буквами X і Y. Локальна вібрація позначається буквами X_л, яка співпадає з віссю, що проходить через місце охоплення рукою руля, інструменту, а вісі Z_л, Y_л - у напрямку прикладання сили руки.

Вібрація характеризується абсолютними та відносними параметрами.

Абсолютні параметри вібрації:

- амплітуда вібропереміщення — A, м;
- амплітуда коливної швидкості (віброшвидкість) — V, м/с;
- амплітуда коливного прискорення (віброприскорення) — a, м/с²;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					57

- період вібрації — T , с;
- частота вібрації — t , Гц = $1/c$.

Вібропереміщення (s) – це миттєве значення кожної з координат, які визначають положення тіла (матеріальної точки) під час вібрації, вимірюється в метрах.

Амплітуда вібропереміщення (A) – це найбільше відхилення точки, що коливається з певною частотою, від положення рівноваги. Вимірюється в метрах.

Віброшвидкість (V) – це кінематичний параметр, який дорівнює швидкості переміщення (перша похідна вібропереміщення) точки, що коливається з певною частотою, вимірюється в м/с.

Віброприскорення (a) – це кінематичний параметр, що дорівнює прискоренню переміщення (друга похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою, вимірюється в м/с².

Період вібрації (T) – найменший інтервал часу, через який під час періодичної вібрації повторюється кожне значення величини, що характеризує вібрацію, вимірюється в секундах.

Частота вібрації (t) – це величина, обернено пропорційна періоду вібрації і показує кількість коливань за одиницю часу точки під час вібрації, вимірюється в Гц.

На практиці використовують поняття логарифмічного рівня коливань. Логарифмічний рівень коливань — це характеристика коливань, що порівнює дві однойменні фізичні величини, пропорційна десятковому логарифму відношення оцінюваного і вихідного значень величини.

Як вихідні використовуються опорні значення параметрів, взяті за початок відліку. Вимірюються рівні у дБ. Рівень віброшвидкості визначається за формулою:

$$L_V = 10 \lg \frac{V^2}{V_0^2} = 20 \lg \frac{V_{yc}}{V_0},$$

де V_{yc} — усереднене значення віброшвидкості у відповідній смузі частот;

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

V_0 — опорне значення віброшвидкості, що дорівнює 5×10^{-8} м/с, міжнародна стандартна величина.

Рівень віброприскорення визначається по формулі:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{10^{-6}}$$

де a – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с².

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

- постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;
- непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

У залежності від тривалості, частоти, інтенсивності дії, а також місця і площі зіткнення з вібруючим джерелом вібрація негативно впливає на організм людини, спричиняючи: стійкі патологічні зміни в нервовій системі (поліневропатії), опорно-руховому апараті (переважно при дії низькочастотної вібрації - деформація суглобів, кісткові зміни, ураження нервовом'язових систем) та нейросудинні порушення (ангіодистонічний синдром з явищами ангіоспазму), зміни обміну речовин.

Найбільш небезпечними для людини є резонансові вібрації, які співпадають з власною частотою коливань людського тіла або окремих органів (3-6 Гц).

При співпаданні власної і зовнішньої частот амплітуда коливань внутрішніх органів зростає. Між ними виникає тертя, яке призводить до порушення нормальної роботи цих органів. Область резонансу для голови людини в ортостатичному положенні при вертикальній вібрації знаходиться в зоні між 20-30 Гц, при горизонтальній – 1,5-2 Гц. Розлад функції зорового аналізатора спостерігається при частотному діапазоні вібрації в межах 60-90 Гц, що співпадає з резонансом очних яблук людини.

При цьому найбільш шкідливим для людини є вплив вібрації, в спектрі якої переважають високі частоти – відрізняється своєрідністю судинних розладів, більш виразним кардіоваскулярним синдромом.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						59

Вібраційна патологія (вібраційна хвороба) займає друге місце після пневмоконікозів серед професійних захворювань.

Під впливом загальної вібрації спостерігається зниження больової, тактильної і теплової чутливості, порушення обміну речовин й енергії в організмі людини.

Також чималої шкоди здоров'ю працівників в умовах сучасного виробництва завдає локальна вібрація. Вона викликає у людей спазм судин рук, блідість пальців і долонь, відкладання солей у суглобах пальців, зниження тактильної чутливості, деформацію і зменшення рухливості суглобів. Охолодження і зволоження рук значно підвищує ризик розвитку вібраційної хвороби.

Розрізняють гігієнічне та технічне нормування вібрації.

Основним нормативними документами з охорони праці щодо вібрації є ГОСТ 12.1.012-90 та ДСН 3.3.6.039-99.

Для вимірювання параметрів вібрації застосовують механічні й електричні прилади. Найбільш поширеними є вимірювальні комплекси ІШВ-1, НВА-1, ШВК-1, ВШВ-003. Прилад ІШВ-1 забезпечує вимірювання віброшвидкості від 70 до 160дБ та віброприскорення від 30 до 130 дБ стосовно порогових значень у діапазоні частот відповідно 10-12 500 та 10-2800 Гц. Дія вібрації на організм людини залежить від таких її характеристик як: інтенсивність, спектральний склад, тривалість впливу та напрямок дії.

Гігієнічна оцінка вібрації проводиться за допомогою таких методів:

- частотного (спектрального аналізу) її параметрів;
- інтегрально оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дози вібрації.

При частотному (спектральному аналізі параметрами, що нормуються, є середні квадратичні значення (квадратний корінь із середнього арифметичного квадрата значення у певному інтервалі часу) віброшвидкості V та віброприскорення a , або їх логарифмічні рівні у дБ у діапазоні октавних смуг зі середньогнометричними частотами:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

- 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц – для загальної вібрації;
- 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000 Гц – для локальної вібрації.

При методі інтегрованої оцінки за спектром частот параметром, що нормується, є коректоване значення віброшвидкості чи віброприскорення, яке вимірюється за допомогою спеціальних фільтрів, або обчислюється за формулами, наведеними в ДСН 3.3.6.039-99.

Якщо діє непостійна вібрація (крім імпульсної), то параметром, що нормується, є вібраційне навантаження (доза вібрації), отримане людиною та зафіксоване спеціальним приладом.

При імпульсній вібрації з пікрвим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину), в залежності від тривалості імпульсу (таблиця в ДСН 3.3.6.039-99).

Гігієнічні норми вібрації, яка діє на працівника у виробничих умовах, визначені для тривалості 480 хв. (8 годин). За умови дії вібрації, що перевищує гранично допустимий рівень, сумарний час її дії протягом робочого часу (зміни) повинен бути меншим.

Загальний час праці в контактi з ручними машинами, котрі викликають вібрацію, не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни.

Одноразовий безперервний вплив вібрації, включаючи мікропаузи, котрі містить дана операція, не повинен перевищувати 15÷20 хв. Забороняється робота з пневматичними приладами при температурі нижче - 16⁰С, високій відносній вологості і швидкості руху повітря більше 0,3 м/с.

З метою профілактики захворювань при роботі з віброінструментами маса обладнання, котре утримується руками, не повинна перевищувати 10 кг, а сила натискання працюючого на віброуюче устаткування не повинна перевищувати 200Н.

Заходи захисту від вібрації поділяються на колективні та індивідуальні. Засоби індивідуального віброзахисту – це спеціальне взуття на вібропоглинаючій платформі, віброзахисні рукавиці, наколінники, нагрудники, пояси, спеціальні

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						61

Вібропоглинання використовується з метою трансформації енергії механічних коливань в інші види енергії, переважно в теплову, а також застосування антифазової синхронізації двох або кількох джерел збудження.

Віброгасіння – це зниження рівня вібрації машин та механізмів застосуванням додаткових пристроїв. Віброгасіння може бути статичним (спеціальні фундаменти для верстатів, моторів, пневматичні та пружинні підвіски в автомобілях) і динамічним (агрегати з дискретним збурюючим впливом, віброгасіння маятникового, пружинного, плаваючого та камерного типів).

Вібродемпферування (вібропоглинання) – це процес зменшення вібрацій захищеного механізму шляхом перетворення енергії механічних коливань (вібрації) на теплову енергію.

Лікувально-профілактичні заходи віброзахисту – своєчасне проведення медичних оглядів працівників, що зайняті на роботах з вібродійними установками, контроль за гігієнічними параметрами у виробничих приміщеннях тощо.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63