

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« ____ » *червня 2022* р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОРПУСУ САЛЬНИКА НЗ21.117.000.007.**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – *131 «Прикладна механіка»*

Освітня програма – *«Технології машинобудування»*

Студент

Олексій ЗАЄЦЬ

Керівник

Іван ДЕГТЯРЬОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка обсягом 70 сторінок. Робота містить 7 частин. В ній приведено 14 рисунків і 22 таблиць, 8 додатків, 13 використаних джерел. Мета роботи закріплення знань, набутих при вивченні базових та профілюючих дисциплін, розвиток навичок самостійної роботи, пов'язаної з аналізом існуючих технологічних процесів механічної обробки деталей та складання вузлів. Об'єктом дослідження є деталь «Корпус сальника», а предметом дослідження є розробка технологічного процесу виготовлення цієї деталі. Методами дослідження аналітичні розрахунки. В першій частині ми робимо аналіз службового призначення машини, вузла, деталі та опис конструктивних особливостей цієї деталі та умов її експлуатації. В другій частині ми аналізуємо технічні вимоги на виготовлення даної деталі. В третій частині ми визначаємо тип виробництва і форми її організації. В четвертій частині ми аналізуємо технологічність конструкції даної деталі. В п'ятій частині ми вибираємо спосіб отримання заготовки та розробляємо технічні вимоги. В шостій частині ми розраховуємо припуски на механічну обробку, аналізуємо та обґрунтовуємо схеми базування, вибираємо металорізальні верстати, верстатні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент, розраховуємо режими різання, нормуємо операції. В сьомій частині ми проектуємо верстатний пристрій.

КОРПУС, ПОКОВКА, СПЕЦІАЛЬНЕ ПРИСТОСУВАННЯ, ТОЧІННЯ,
ФРЕЗЕРУВАННЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	8
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	10
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	12
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї ...	17
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	22
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	23
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	25
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	31
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструменті.....	33
6.5 Розрахунки режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	52
7 Проектування верстатного пристрою.....	56
Висновки.....	73
Перелік джерел посилань.....	74

					ТМ 20510107-00.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Заєць О			Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу сальника НЗ21.117.000.007	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архівів</i>
Перевір.		Дегтярьов І				3	75	
Реценз.						СумДУ, гр. ТМ-81-0		
Н. Контр.		Євтухов А						
Затверд.		Іванов В						

ВСТУП

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

У зв'язку з гнучким використанням та створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливе значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ натомість універсального обладнання має суттєві особливості, і створює певну перевагу

- продуктивність верстата підвищується в 1,5 - 5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним управлінням;

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

- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки та обчислювальної техніки,

- знижується потреба у кваліфікованих робочих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;

- скорочується час пригонювальних робіт у процесі складання, тому що деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;

- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішій універсальній технологічній оснастці,

- знижується тривалість циклу виготовлення деталей та зменшується запас незавершеного виробництва;

Деталь «Корпус сальника», застосовується у виробі «Кран шаровий DN50 PN16», який призначений для управління потоками рідини і газоподібних середовищ.

										Арк.
										4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 20510107-00.ПЗ

На базі заводського технологічного процесу з типом виробництва складається технологічний процес з використанням високопродуктивного обладнання.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

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

Деталь «Корпус сальника» використовується у виробі «Кран шаровий DN50 PN16».

Призначення та область використання:

Кран шаровий відноситься до запорної арматури, яка призначена для перекриття потоку робочого середовища (вода, повітря, газ (природний, пропан, бутан), мазут, рослинні та технічні мастила, нафтопродукти, дизельне паливо, гас, бензин та інші рідкі та газоподібні середовища без змісту абразиву при температурі до 200С). Шаровий кран отримав свою назву через сферичної форми затвору. Принцип дії полягає в повертанні навколо своєї осі і перпендикулярно трубопроводу кулі, яка має отвори для проходу і для припинення подачі робочого середовища. До кулі з двох сторін примикають ущільнювальні кільця, які і відповідають за герметичність кульового крана.

Шарові крани отримують широке застосування на різних видах трубопроводів, відбувається це через те, що ці крани мають малі габарити, можуть встановлюватися в будь-якому робочому положенні на трубопроводі, мають малий гідравлічний опір і високі експлуатаційні характеристики. Слід зауважити, що на відміну від засувки, шарові крани мають відносно високі ціни, однак не можна не враховувати те, що традиційні засувки мають більші габарити, а також вимагають постійного обслуговування, що наприклад, при підземному прокладанні мереж відіграє дуже вагомий роль для експлуатаційних служб.

Технічна характеристика виробу «Кран шаровий DN50 PN16»:

- герметичність – клас А по ГОСТ9544;
- приєднання до трубопроводу – фланцеве;
- тип управління: Р – ручний привід;
- кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 У1 – помірне (температура нс. -45°С до +50 °С);

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- повний середній термін служби - 20 років;
- повний середній ресурс не менше – 8 000 циклів;
- напрацювання на відмову не менше – 1 500 циклів;
- серійно виготовляються за ТУ У 29.1-35907383-001:2008.

Матеріали основних деталей:

- корпус – сталь 20;
- пробка – сталь 30Х13;
- шпindel – сталь 30Х13;
- фланець – сталь 20;
- ущільнення – Фторопласт Ф-4;
- сідло – Фторопласт Ф-4;
- підшипник – Фторопласт Ф-4.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь корпус являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра $\frac{l}{d} < 1$; виготовлена зі Сталі 20, яка використовується у крані шаровому.

Деталь корпус сальника -ущільнення у вигляді кільця, щільно з'єднує між собою різні деталі. Призначення - герметизувати зазори між з'єднуваними деталями і таким чином виключати протікання рідин.

Розглянемо функціональне призначення деяких конструктивних елементів: конструктивними елементами на даному корпусі являються отвори з різьбою, які слугують для приєднання інших деталей шарового крану.

Матеріал деталі – Сталь 20 ГОСТ 1050-2013.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 20, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	до 0,25	до 0,04	до 0,04	до 0,25	до 0,25	до 0,08

Таблиця 2.2 – Механічні властивості при T = 20 °C

Сортамент	Розмір	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Прокат гк.	до 80	Повздовжній	420	250	25	55	-	Нормалізація
Пруток	-	Повздовжній	480	270	30	62	1450	Відпал 880-900 °C
Пруток	-	Повздовжній	510	320	30,7	67	1000	Нормалізація 880-920°C

					ТМ 20510107-00.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					8

Механічні властивості:

σ_B – межа короточасної міцності, МПа;

σ_T – межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації), МПа;

δ_5 – відносне подовження при розриві, %;

ψ – відносне звуження, %;

КСУ – ударна в'язкість, кДж/м².

Таблиця 2.3 – Технологічні властивості сталі 20

Зварюваність	без обмежень
Флокеночутливість	не чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості	не схильна

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ

Відповідно до заданого річного випуску деталей ($N_p = 10000$ шт.) та маси виробу ($m = 3,6$ кг) маємо середньосерійний тип виробництва [5].

При середньосерійному виробництві вироби виготовляють періодично повторюваними партіями або серіями, і порівняно великим обсягом випуску ніж в одиничному типі виробництва. При серійному виробництві використовуються універсальні верстати, оснащені як спеціальними, так і універсальними і універсально-збірними пристосуваннями, що дозволяє знизити трудомісткість і собівартість виготовлення виробу.

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 середньо серійному виробництві обирається так щоб його легко було замінити, різці з механічною пластинкою, яка легко знімається та на її місце ставиться нова, в даному типі виробництва це дуже важливо, бо скорочується час на переустановку різця. Вимірювальний інструмент теж обирається так щоб на операцію контролю за розмірами займалося 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.

Собівартість продукції буде нижчою за продукцію на дрібносерійному виробництві, це пов'язано з кількістю виготовлених деталей. Обладнання розставляються по технологічним групам з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху по предметно-замкнутим ділянкам. Партії або серії складаються з однойменних, однотипних за конструкцією і однакових за розмірами виробів.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У середньосерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, розподілений на окремі операції, які закріплені за окремими верстатами. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, що кілька відрізняється від першої в конструктивному відношенні. Серійне виробництво є найбільш поширеним видом виробництва.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Технологічний аналіз даної деталі.

Критерії технологічності: якісні та кількісні.

До якісних критеріїв належать:

- матеріал деталі;
- базування та закріплення під час обробки та контролю;
- простановка розмірів;
- наявність жорстких умов щодо допусків форм та взаємнорозташування;
- нетехнологічні конструктивні елементи.

До кількісних критеріїв належать:

- Коефіцієнт точності - K_T ;
- Коефіцієнт шорхності - $K_{ш}$.

Виконуємо аналіз технологічності за якісними показниками.

Базування та закріплення під час обробки та контролю.

Базування можливе на будь-якому верстаті. Для закріплення деталі не потрібні додаткові пристрої, найкраще провести базування в трьох кулачковий патрон. Деталь технологічна по відношенню до закріплення. Її поверхні рівні та взаємоперпендикулярні тому закріплення можливе в будь-якому положенні.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

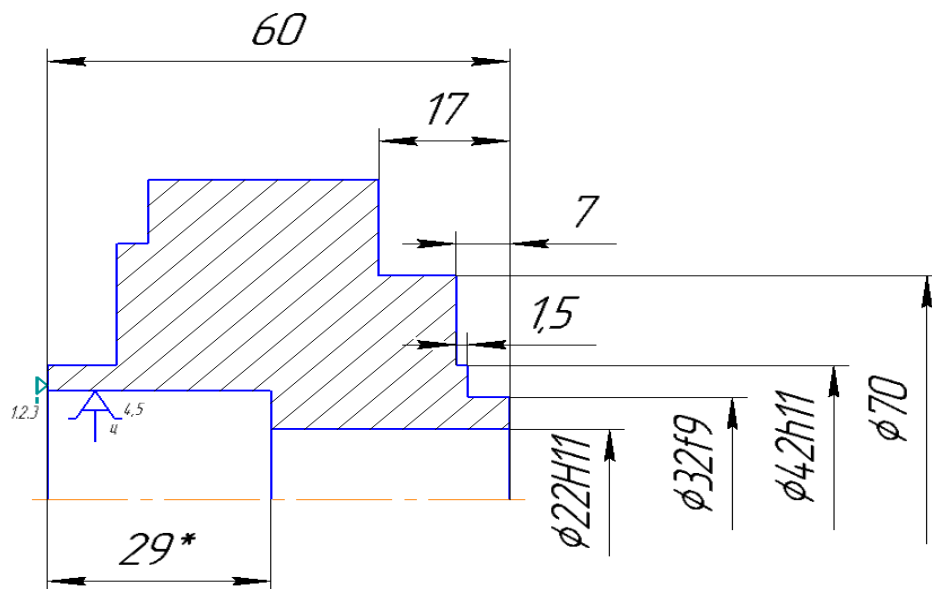


Рисунок 4.1 – Метод закріплення

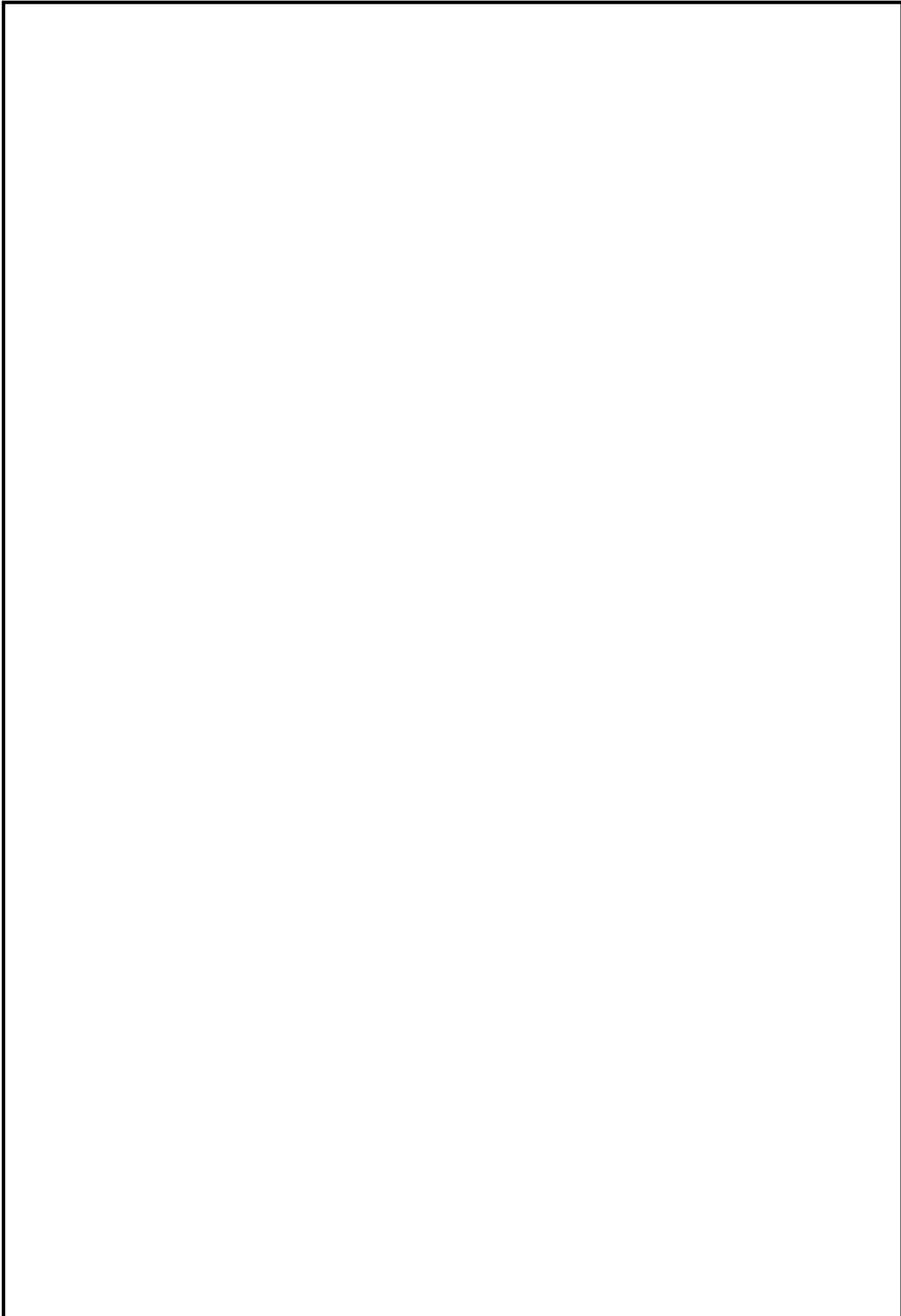
Таблиця 4.1 – Матриця

Бази	Зв'язки	Ступені волі	Що забезпечують	Чим забезпечують
УБ	1,2,3	z, \bar{x}, \bar{y}	L60 ↗ ⊥	z, \bar{x}, \bar{y}
ПОБ	4,5	\bar{x}, \bar{y}	◎ правої сторони до лівої	\bar{x}, \bar{y}

* 11,5, 17, 117, D22H11, d32f9, d42h11, d70 - від налагодження верстата

Таблиця 4.2 – Простановка розмірів

Розміри	Засоби вимірювання
Точні: M10-7H, M8-7H, D34H7	калібр-пробка
Середні: d80a9, d32f9, d42 h11, D22H11	штангенциркуль, мікрометр, скобою
Грубі: (h14) d160, d70, d42, d9, 11,5, 17, 19, 113, 117, 129, 160, 1100	штангенциркуль



					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Фаски контролювати – кутоміром.

Розміри поділяються на такі категорії:

- розміри що залежать від налагодження верстату;
- розміри що забезпечуються інструментом.

До першої групи належать: d80b11, d42d12, D34H7, D22A12, d32f9, d42, d70, 19, 113, 160, 117, 17, 11,5, 1100, 45°, фаски 1 і 1,5, d115, d160, d57.

До другої групи належать: фаски 45°, D9 (4 отв.), M8 (2 отв.), M10 (4 отв.).

Всі розміри проставлені технологічно.

Наявність жорстких умов, щодо допусків форми та взаєморозташування

\oplus	0,5 м
----------	-------

 – Позиційний допуск розташування діаметрів D9, D8, D10, залежний від діаметрів d57, d115.

\perp	0,1	Б
---------	-----	---

 – Допуск перпендикулярності торців 17 та 160 відносно отвору D34H7 і становить 0,1.

\nearrow	0,1	Б
------------	-----	---

 – Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні діаметром d32f9 відносно отвору D34H7 і становить 0,1.

Нетехнологічні конструктивні елементи

В цьому корпусі нетехнологічним елементом є ступінчатий отвір, перепад діаметрів в обидві сторони, що робить необхідним обробляти деталь з двох установів.

Виконуємо аналіз технологічності за кількісними показниками.

Коефіцієнт точності визначимо за формулою

$$K_T = 1 - \left(\frac{1}{A_{cp}} \right) = 1 - \left(\frac{1}{12,09} \right) = 0,92,$$

						ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

де A_{cp} – середнє арифметичне значення коефіцієнта точності всієї деталі;

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 23 + 11 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 7 \cdot 7}{34} \approx 12,09.$$

Коефіцієнт шорхності


$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}.$$

де B_{cp} – середнє арифметичне значення шорхності всіх поверхонь по Ra.

$$B_{cp} = \frac{6,3 \cdot 25 + 3,2 \cdot 9}{34} \approx 5,48.$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,48} = 0,182.$$

Таблиця 4.3 – Характеристика поверхонь

Назва елемента	Розміри	Кількість	Точність	Якість	Інші вимоги		
Зовнішні	d160	1	h14	6,3	-		
	d80	1	a9	6,3	-		
	d42	1	h14	6,3	-		
	d70	1	h14	6,3	-		
	d42	1	h11	3,2	-		
	d32	1	f9	3,2		0,1	Б
Внутрішні	D22	1	H11	6,3	-		
	D34	1	H7	3,2		Б	

Продовження таблиці 4.3

Назва елемента	Розміри	Кількість	Точність	Якість	Інші вимоги
Лінійні(торці)	Торець L=9	1	IT14/2	6,3	-
	торець L=13	1	IT14/2	6,3	-
	торець L=17	1	IT14/2	6,3	-
	Торець L=7	1	IT14/2	6,3	\perp 0,1 Б
	Торець L=1,5	1	IT14/2	6,3	-
	Торець L=60	2	IT14/2	6,3	\perp 0,1 Б
	Торець L=29	1	IT14/2	6,3	-
Назва елемента	Розміри	Кількість	Точність	Якість	Інші вимоги
Інші	лиски L100	2	IT14/2	6,3	-
	фаска 1,5×45°	4	IT14/2	6,3	-
	фаска 1×45°	2	IT14/2	6,3	-
	M10	4	7H	3,2	-
	M8	2	7H	3,2	\oplus 0,5 м
	D9	4	H14	6,3	\oplus 0,5 м
Разом	-	34	-	-	-

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Згідно заводського ТП методом отримання заготовки є прокат ($\varnothing 160$, L60, $m = 4$ кг).

Його основна перевага – дешевизна. Він виготовляється зі сталі і кольорових металів у вигляді прутків з різною формою поперечного перерізу (коло, квадрат, шестигранник, труба, кутник, тавр тощо). Заготовки з прокату знайшли саме широке застосування завдяки своїй простоті і дешевизні. Істотним недоліком є низький коефіцієнт використання матеріалу.

Отже $m_3 = 9,47$ кг.

$$K_{3_1} = \frac{m_{\partial}}{m_3} = \frac{3,6}{9,47} = 0,38.$$

$$K_{M_1} = \frac{m_{\partial}}{m_3 + m_{\text{онз}}} = \frac{3,6}{9,47 + 0,34} = 0,37.$$

Враховуючи тип деталі її матеріал, масу і конфігурацію поверхонь, більш доцільним способом отримання заготовки я вважаю є - штампування на КГШП.

На КГШП штамуються поковки складної конфігурації масою до 100 кг. Умова деформування відрізняється від умови деформування на молотах. Це пояснюється різною швидкістю деформування, яка на молотах становить 5–8 м/с, а на пресах 0,5–0,6 м/с, тому і процес заповнення порожнини штампу металом на пресах відбувається менш інтенсивно, ніж на молотах. На молотах порожнину струмка заповнюється металом за кілька ударів, а на пресі – за один хід повзуна. Це вимагає більш ретельного фасонування заготовки при штампуванні складних поковок.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Точність штампування на КГШП вище, ніж на молоті, що пояснюється відсутністю ударного навантаження, точним напрям половин штампа за рахунок наявності напрямних елементів, а також фіксованим положенням верхньої частини штампа в нижній мертвій точці і жорсткою конструкцією станини.

Наявність у пресів виштовхувачів дозволяє:

- зменшити штампувальні ухили;
- застосовувати закрити штампування;
- застосовувати штампування видавлюванням.

При штампуванні на КГШП у відкритих штампах в нижній мертвій точці вони не стикаються між собою і між ними існує зазор. У зв'язку з цим немає дзеркала штампа, а зазор виконують за рахунок товщини облойной канавки.

Користуючись ГОСТом 7505-89, визначаємо:

Клас точності – Т4 (вибираємо з додатку 1 табл.19 в залежності від основного деформуючого обладнання)

Групу сталі – М1 (сталь з масовою часткою вуглецю до 0,35% включно і сумарній масовій частці легуючих елементів до 2% включно.)

Ступінь складності С визначається залежно від чисельного значення відношення M_{π}/M_{ϕ} де:

M_{π} – розрахункова маса поковки

$$M_{\pi} = M_{д} \cdot K_{р},$$

де $M_{д}$ – маса деталі $M_{д} = 3,6$ кг;

$K_{р}$ – розрахунковий коефіцієнт $K_{р} = 1,6$;

$M_{\pi} = 3,6 \cdot 1,6 = 5,76$ (кг);

M_{ϕ} – маса описуваної фігури.

$$M_{\phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot \rho,$$

						ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

де: d – діаметр; l – довжина; p – густина сталі

$$M_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 16,6^2}{4} \cdot 6,6 \cdot 7,85 = 11207,3 \approx 11,2 \text{ кг.}$$

Відношення $M_{\pi}/M_{\phi} = 5,76/11,2 = 0,51$ – тому ступінь складності С1.

Конфігурація поверхні рознімання штампа - плоска; по поперечній осі деталі і по площині найбільшого діаметра корпуса. Вихідний індекс – 14.

Припуски на механічну обробку.

Основні припуски на розміри, мм:

- 2,8 – діаметр 160 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,3 - діаметр 70 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,3 - діаметр 42 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,1 - діаметр 34 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,1 - діаметр 32 і чистота поверхні 3,2 мкм;
- 2,1 - діаметр 22 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,7 - товщина 60 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,7 - товщина 55 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,4 - товщина 34 і чистота поверхні 6,3 мкм;
- 2,4 - товщина 31 і чистота поверхні 6,3 мкм.

Додаткові припуски, враховуючі:

- зміщення по поверхні рознімання штампа – 0,5 мм;
- зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності – 0,8 мм.

Розміри поковки, мм:

- діаметр $160 + (2,5 + 0,3) \cdot 2 = 165,6$ – приймаємо 166 мм;
- діаметр $70 + (2,0 + 0,3) \cdot 2 = 74,6$ – приймаємо 75 мм;
- діаметр $42 + (2,0 + 0,3) \cdot 2 = 46,6$ – приймаємо 47 мм;
- діаметр $34 - (1,8 + 0,3) \cdot 2 = 29,9$ – приймаємо 29,5 мм;
- діаметр $32 + (1,8 + 0,3) \cdot 2 = 36,2$ – приймаємо 36 мм;

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- діаметр 22 - $(1,8 + 0,3) \cdot 2 = 17,9$ – приймаємо 17,5 мм;
- товщина 60 + $(2,3 + 0,4) \cdot 2 = 65,4$ – приймаємо 66 мм;
- товщина 55,5 + $(2,3 + 0,4) \cdot 2 = 60,9$ – приймаємо 61 мм;
- товщина 34 + $(2,0 + 0,4) \cdot 2 = 38,8$ – приймаємо 39 мм;
- товщина 31 + $(2,0 + 0,4) \cdot 2 = 35,8$ – приймаємо 36 мм.

Таблиця 5.4 – Допустимі відхилення розмірів, у міліметрах

діаметр 166 $\begin{matrix} +2,7 \\ -1,3 \end{matrix}$	діаметр 75 $\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	діаметр 47 $\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$
діаметр 29,5 $\begin{matrix} +0,9 \\ -1,6 \end{matrix}$	діаметр 36 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	діаметр 17,5 $\begin{matrix} +0,9 \\ -1,6 \end{matrix}$
товщина 66 $\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	товщина 39 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	—
товщина 61 $\begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	товщина 36 $\begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$	—

Таблиця 5.5 – Розрахунок розмірів заготовки, у міліметрах

Розмір деталі	Чистота поверхні, мкм	Припуск			Розрахунковий розмір заготовки	Прийнятний розмір заготовки	Припуск фактичний
		основний	допоміжний	загальний			
Ø160	6,3	2,5	0,3	2,8	165,6	166	3,0
Ø70	6,3	2,0	0,3	2,3	74,6	75	2,5
Ø42	6,3	2,0	0,3	2,3	46,6	47	2,5
Ø34	6,3	1,8	0,3	2,1	29,8	29,5	2,25
Ø32	3,2	1,8	0,3	2,1	36,2	36	2,0
Ø22	6,3	1,8	0,3	2,1	17,9	17,5	2,25
S=60	6,3	2,3	0,4	2,7	65,5	66	3,0
S=55,5	6,3	2,3	0,4	2,7	60,9	61	2,75
S=34	6,3	2,0	0,4	2,4	38,8	39	2,5
S=31	6,3	2,0	0,4	2,4	35,8	36	2,5

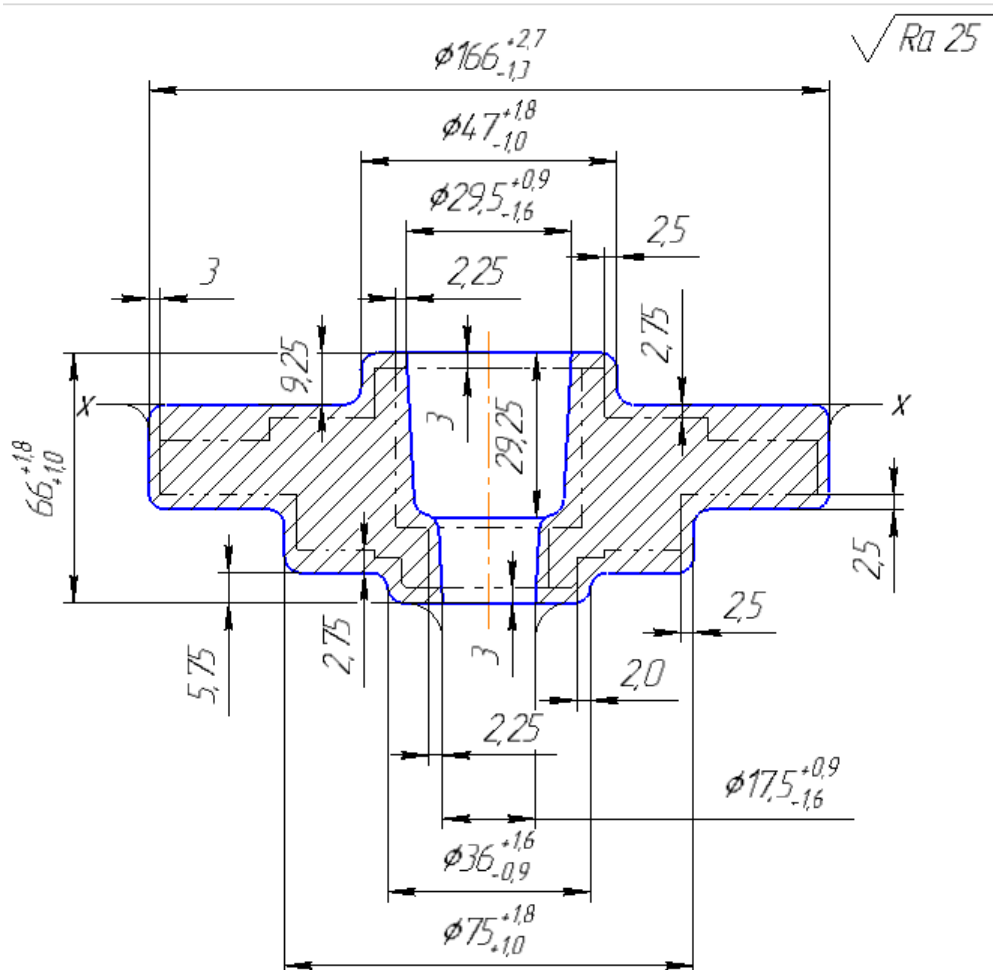


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Визначимо коефіцієнти використання матеріалу та заготовки з урахуванням маси поковки $m_3 = 7,59$ кг:

$$K_{m_2} = \frac{m_{\partial}}{m_3 + m_{\text{онз}}} = \frac{3,6}{7,59 + 4\%} = 0,456,$$

$$K_{3_2} = \frac{m_{\partial}}{m_3} = \frac{3,6}{7,59} = 0,474.$$

Перевіряємо $K_{3_1} < K_{3_2}$. Отже такий метод отримання заготовки, як штамповка є більш вигідніший.

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20510107-00.ПЗ					

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

На даному етапі існує безліч різноманітних технологічних способів, які забезпечують однакові вимоги до оброблюваних поверхонь деталей, але істотно відрізняються за собівартістю та реалізацією, тому раціональні у різних типах виробництва.

Виходячи з того, що дипломний проєкт орієнтований на обробку деталей в умовах серійного виробництва, необхідно використовувати принцип диференціації операцій, де операції чорнової, чистової і тонкої обробки виконуються на різному устаткуванні відповідної точності. Після визначення послідовності операцій маршрутного техпроцесу, складається порівняльна таблиця, що дає можливість визначити відмінності базового і запропонованого техпроцесів.

Таблиця 6.1 – Заводський та запропонований техпроцеси.

Базовий ТП			Запропонований ТП		
№ опер.	Найменування	Обладнання	№ опер.	Найменування	Обладнання
005	Ножівочно-відрізна	Вомар 530	005	Заготівельна	-
010	Технічний контроль	-	010	Технічний контроль	-
015	Такарно-гвинторізна	1K62	015	Такарно-гвинторізна	Bernardo MASTER 380
020	Технічний контроль	-	020	Технічний контроль	-
025	Вертикально-фрезерна	6M13П	025	Токарно-гвинторізна	Bernardo MASTER 380
030	Технічний контроль	-	030	Технічний контроль	-
035	Радіально-свердлувальна	CC2B05ПМФ 4	035	Такарна з ЧПК	HAAS ST-10
040	Технічний контроль	-	040	Технічний	-

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						23

				контроль	
--	--	--	--	----------	--

Продовження таблиці 6.1

№ опер.	Найменування	Обладнання	№ опер.	Найменування	Обладнання
045	Слюсарна	-	045	Такарна з ЧПК	HAAS ST-10
050	Технічний контроль	-	050	Технічний контроль	-
-	-	-	055	Вертикально-фрезерна з ЧПК	HAAS MiniMill
-	-	-	060	Технічний контроль	-
-	-	-	065	Слюсарна	-
-	-	-	070	Технічний контроль	-

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні обертання

Виконаємо розрахунок припусків на оброблення циліндричного отвору $\varnothing 34H7$ згідно з аналітичною методикою проф. В. М. Кована. В основі метода знаходиться обчислення мінімального припуску на i -й перехід за формулою

$$2Z_{(i)\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

де R_{zi-1} – висота мікронерівностей що формується на попередній операції (переході);

T_{i-1} – величина дефектного шару, що формується на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} – величина просторового відхилення що формується на попередній операції (переході);

ε_i – похибка базування що формується на даній операції (переході);

						ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

Таблиця 6.1.1 – Характеристики точності та якості обробленої поверхні за операціями, у мікрометрах

Найменування операції (переходу)	Точність, мм	Якість поверхні		
		Ra	Rz	T
1. Заготовка	+0,9 -1,6	25	200	250
2. Напівчистове точіння	H12	12,5	45	45
3. Чистове точіння	H9	6,3	40	40
4. Оздоблювальне точіння	H7	6,3	–	–

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки визначимо за формулою:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2} = \sqrt{1,0^2 + 2,5^2} \approx 2,69 \text{ мм} = 2690 \text{ мкм},$$

де $\rho_{зм}$ – просторове відхилення зміщення;

$\rho_{екс}$ – просторове відхилення ексцентриситету.

Таблиця 6.1.2 – Розрахункові значення, у міліметрах

Стадія обробки	Квалітет	Допуск	Система припусків, мкм				Припуски		Розмір		
			$R_{(z)}$	T	ρ	$\Sigma_{(y)}$	2Z min	2Z _{ма} x	Dmin	Dnom	Dmax
1. Заготовка	14	+0,9 -1,6	200	250	2690	-	-	-	23,928	25,528	26,428
2. Напівчистове точіння	12	+0,25 0	45	45	135	110	6,29	9,04	32,718	32,718	32,968
3. Чистове точіння	9	+0,062 0	40	40	108	110	0,53	0,842	33,498	33,498	33,560
4. Оздоблювальне точіння	7	+0,025 0	-	-	-	90	0,44	0,527	34,000	34,000	34,025

- подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів вільності, переміщень уздовж осей X і Y.

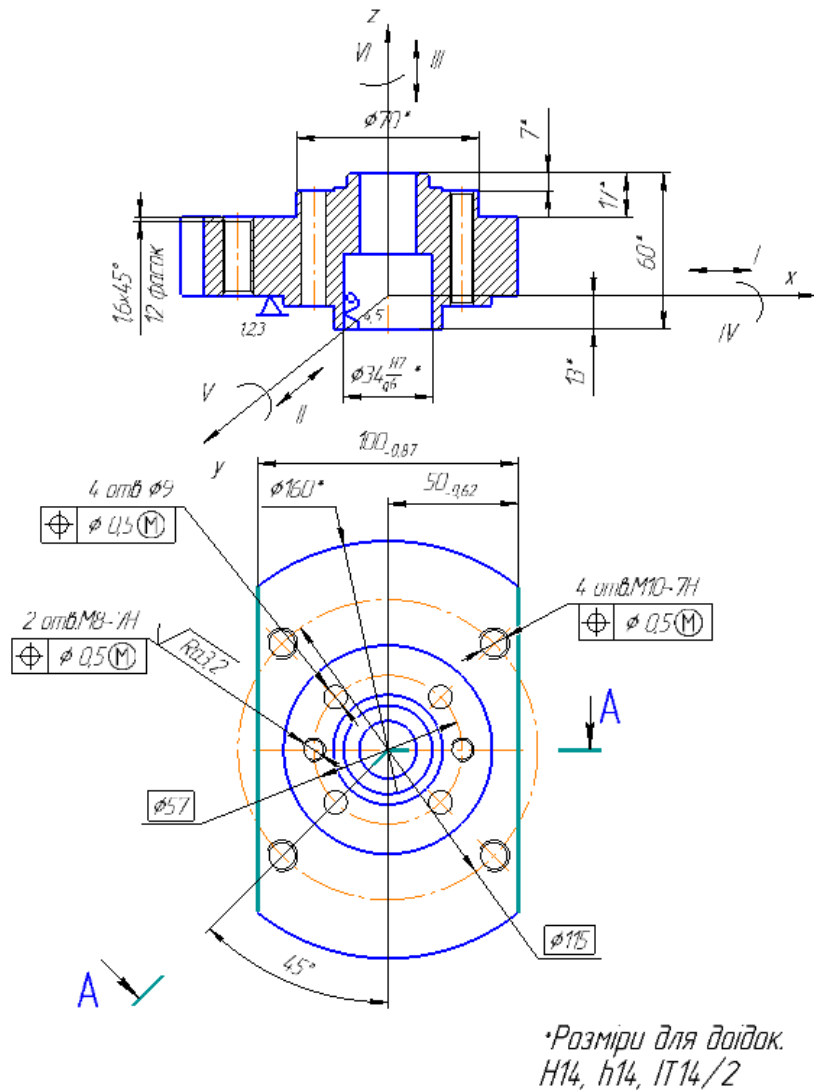


Рисунок 6.2.1 – Схема базування заготовки

Таблицю відповідності та матрицю зв'язку ви можете побачити в таблиці 6.2.1 та 6.2.2.

Таблиця 6.2.1 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені	Бази
1,2,3	III, IV, V	Установча
4,5	I, II	Подвійна опорна

Таблиця 6.2.2 – Матриця зв'язків

	x	y	z	База
L	0	0	1	Установча
α	1	1	0	
L	1	1	0	Подвійна опорна
α	0	0	0	

Виконуємо аналіз запропонованої схеми базування заготовки з точки зору можливості забезпечення точності оброблення поверхонь.

Під час фрезерування лисок формуються розміри $50_{-0,62}$ та $100_{-0,87}$ мм. Під час базування заготовки по отвору $\varnothing 34H7$ на жорсткому пальці $\varnothing 34g6$, для зазначених розмірів має місце похибка базування, яку можна розрахувати за формулою [12]:

$$\varepsilon_{\delta} = \delta_1 + \delta_2 + 2S_{min},$$

де δ_1 – допуск на розмір пальця; $\delta_{1\varnothing 34H7} = 0,025$ мм;

δ_2 – допуск на розмір базового отвору; $\delta_{2\varnothing 34g6} = 0,016$ мм;

$2S_{min}$ – мінімальний зазор в посадці отвір-палець ($\varnothing 34 \frac{H7}{g6}$). $S_{min} = 0,009$ мм.

Тоді:

$$\varepsilon_{\delta\varnothing 34H7/g6} = 0,016 + 0,025 + 2 \cdot 0,009 = 0,059 \text{ мм.}$$

Таким чином виконується умова:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{50} = 0,62 \text{ мм,}$$

та

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{100} = 0,87 \text{ мм.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Точність операційних розмірів $50_{-0,62}$ та $100_{-0,87}$ забезпечується обраною схемою базування.

Під час свердління отворів $\varnothing 9$, М8-7Н, М10-7Н, формуються їх діаметральні розміри, також формується глибина свердління, позиційний допуск розташування отворів дорівнює 0,5 мм.

Похибкою діаметральних розмірів ми нехтуємо, тому що вони залежать від геометрії ріжучого інструменту та не визначається схемою базування.

Похибкою глибини свердління ми також нехтуємо, тому що всі отвори наскрізні і вони свердлюються з урахуванням врізання і перебігу.

Під час базування заготовки по центральному отвору $\varnothing 34H7$ на жорсткому пальці $\varnothing 34g6$ з зазором має місце похибка базування на розташування оброблених отворів $\varnothing 9$, М8-7Н, М10-7Н, яка була визначена раніше та складає 0,059 мм. таким чином виконується умова:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{\text{поз.доп}} = 0,5 \text{ мм,}$$

де $T_{\text{поз.доп}} = 0,5$ мм – допуск позиціонування отворів (див. рисунок 6.2.1).

Таким чином точність позиційного розміщення забезпечується обраною схемою базування.

Операція 045 токарна з ЧПК.

Заготовка представлена поєднанням декількох розвинутих поверхонь, що мають схожу точність і якість. До цих поверхонь відносяться зовнішні циліндричні поверхні та площини і циліндричний ступінчатий отвір. Для цієї деталі, при базуванні, рекомендується використання установчої і прямої баз. Найбільш надійну фіксацію та стійкість заготовки, з точки зору технічної реалізації, надасть базування по циліндричній поверхні $\varnothing 70$.

З урахуванням сказаного пропоную схему базування заготовки зазначену на рисунку 6.2.2.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

В цілому деталь позбавляється п'яти ступенів вільності, мають місце дві технологічні бази:

- установча, торець на довжині L7, позбавляє деталь трьох ступенів вільності: поступальних переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

- напрямна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів вільності, переміщень уздовж осей X і Y.

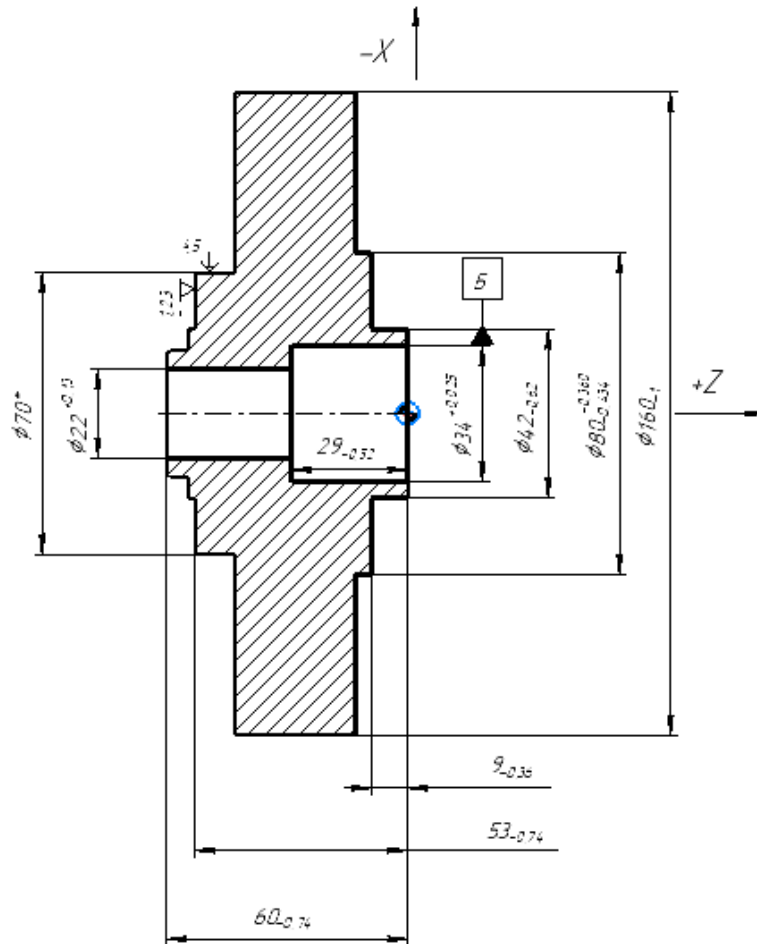


Рисунок 6.2.2 – Схема базування заготовки

Таблицю відповідності та матрицю зв'язку ви можете побачити в таблиці 6.2.3 та 6.2.4.

Таблиця 6.2.3 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені	Бази
1,2,3	III, IV, V	Установча
4,5	I, II	Напрямна

Таблиця 6.2.4 – Матриця зв'язків

	x	y	z	База
L	0	0	1	Установча
α	1	1	0	
L	1	1	0	Напрямна
α	0	0	0	

Виконуємо аналіз запропонованої схеми базування заготовки з точки зору можливості забезпечення точності оброблення поверхонь.

Під час точіння формуються розміри $\varnothing 22^{+0,13}$, $\varnothing 34^{+0,025}$, $\varnothing 42_{-0,62}$, $\varnothing 80_{-0,434}^{-0,360}$ мм, L9, L53 мм.

Для діаметрального розміру $\varnothing 22^{+0,13}$ технологічна база (зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 70$, див рис. 6.2.2) та вимірювальна база (зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 22$) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($\mathcal{E}b_{22} \neq 0$). Але у зв'язку із використанням токарного самоцентруючого трикулачкового патрона похибка базування на розміри, вказані в радіальному напрямі, дорівнює нулю ($\mathcal{E}b_{22}=0$). Точність розміру $\varnothing 22$ забезпечується запропонованою схемою базування. Теж саме й для всіх інших діаметральних розмірів.

Для лінійного розміру $53_{-0,74}$ похибка базування відсутня ($\mathcal{E}b_{53}=0$), тому що технологічна та вимірювальна бази (лівий торець заготовки, див рис. 6.2.2) співпадають. Таким чином запропонована схема базування забезпечує точність розміру L53.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Для лінійного розміру $9_{-0,36}$ технологічна база (лівий торець заготовки, див. рис. 6.2.2) та вимірювальна база (правий торець заготовки) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($\mathcal{E}b_{24} \neq 0$). У зв'язку з тим що розмір L9 формується на одному установі з розміром L53, значення похибки базування $\mathcal{E}b_9$ нівелюється, тобто точність розміру L9 також забезпечується запропонованою схемою базування.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Операція 055 фрезерна з ЧПК.

У базовому технологічному процесі для вертикально-фрезерну операції використовують універсальний токарний верстат 6М13П. Пропонуємо вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS MiniMill, який має такі переваги:

- реалізує оброблення поверхонь фрезеруванням та свердлінням;
- завдяки наявним засобам автоматизації та механізації орієнтований на використання в умовах середньосерійного типу виробництва;
- габарити верстата дозволяють обробку середніх за діаметром деталей.

У діючому виробництві обробка виконується на вертикально-фрезерному верстаті HAAS MiniMill, див. характеристику верстата в таблиці 6.3.1.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 6.3.1 – Технічна характеристика верстата мод. HAAS MiniMill

Розміри робочої поверхні столу, мм	730x305
Переміщення столу, мм	
- Поздовжнє (координата X) 1010	406
- Поперечне (координата Y) 400	305
Найбільше програмоване переміщення повзуна (координата Z), мм	256
Діапазон подач по координатах X, Y, Z, м / хв	12,7
Діапазон частоти обертання шпинделя, хв ⁻¹	6000
Найбільша маса оброблюваної деталі (із пристосуванням), кг	227
Ємність інструментального магазину, шт	10
Час зміни інструменту, не більше, сек	20
Габаритні розміри верстата з електро-і гідروобладнанням, мм	
- Довжина	2034
- Ширина	1981
- Висота	2489
Маса верстата з електро-і гідрообладнанням, кг	1542

Операція 045 токарна з ЧПК.

У базовому технологічному процесі для токарної операції використовують універсальний токарний верстат 1К62. Пропонуємо токарний верстат з ЧПК HAAS ST-10, який має такі переваги:

- використання токарного верстата з ЧПК дозволяє зменшити час виготовлення деталі;
- завдяки наявним засобам автоматизації та механізації орієнтований на використання в умовах середньосерійного типу виробництва;
- габарити верстата дозволяють обробку середніх за діаметром деталей.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

У діючому виробництві обробка виконується на токарному верстаті HAAS ST-10 з системою Fanuc, див. характеристику верстата в таблиці 6.3.2.

Таблиця 6.3.2 – Технічна характеристика верстата мод. HAAS ST-10

Найбільший діаметр заготовки, мм:	
- над станиною	641
- над супортоп	413
Найбільша довжина заготовки, що встановлюється в центрах, мм	1000
Максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1}	6000
Пристрій ЧПК	Fanuc
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	11,2
Габарит станка, мм (довжина, ширина, висота)	2921x2108x1930
Маса, кг	2268

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

При виборі оснащення перевага віддається стандартній і нормалізованій, що пов'язано з тим, що деталь випускається в умовах середньосерійного виробництва.

Операція 055 фрезерна з ЧПК

Ріжучий інструмент:

PI 1 – фреза концева, P6M5, ГОСТ 9304-88, позначення 2210-0061, D=20 мм, Z=3.

PI 2 – свердло центрувальне d5, P6M5, з циліндричним хвостовиком по ГОСТ 14952-75, довжина сверла 13,3 мм, довжина робочої частини сверла 5,2 мм.

PI 3 – свердло спіральне d9, P6M5, з циліндричним хвостовиком по ГОСТ 10903-82, довжина сверла 104 мм, довжина робочої частини сверла 58 мм.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

PI 4 – сверло спіральне d8,5, P6M5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82, довжина сверла 79 мм, довжина робочої частини сверла 37 мм.

PI 5 – сверло спіральне d6,7; P6M5, з циліндричним хвостовиком по ГОСТ 10903-77, довжина сверла 75 (мм), довжина робочої частини сверла 35 (мм).

PI 6 – зенковка конічна, P6M5 . ГОСТ 1453-80. Позначення 2353-0121, діаметр 13 (мм);, діаметр початку конусу 3,2 (мм), загальна довжина 97 (мм), довжина ріжучої частини 24 (мм).

PI 7 – короткий мітник з прохідним хвостовиком для метричної різьби, P6M5, ГОСТ 3266-81, M8-7H, P=1,5 (мм), загальна довжина 87 (мм), довжина ріжучої частини 38 (мм).

PI 8 – короткий мітник з прохідним хвостовиком для метричної різьби, P6M5, ГОСТ 3266-81, M10-7H , P=1,5 (мм), загальна довжина 93 (мм), довжина ріжучої частини 48 (мм).

Вимірювальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-73;
- скоба 90 ГОСТ 18364-73;
- різьбова пробка під M10-7H ГОСТ 17756-72;
- різьбова калібр-пробка M8-7H ГОСТ 17756-72;
- калібр-пробка 9 ГОСТ 14826-72.

Спеціальне пристосовування – дві пневмокамери двохсторонньої дії (технічні вимоги згідно з ГОСТ 15608-81).

Операція 045 токарна з ЧПК

Ріжучий інструмент:

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

PI 1 – прохідний упорний з ромбічною пластиною із твердого сплаву T15K6, $t_{MAX} = 0.7$ (мм), кодування PI по ISO - PCLNR2525M12, головний кут в плані - 95° , кут при вершині – 80° , довжина PI - 170 мм, всі зовнішні поверхні отримуються даним PI, HxB=25x25.

PI 2 – розточувальний з ромбічною пластиною із твердого сплаву T5K10, $t_{MAX} = 1,5$ мм, Позначення PI : K.01.4983.000-04, головний кут в плані – 93° , кут при вершині – 55° , переріз – круглий d12.

PI 3 – розточувальний з ромбічною пластиною із твердого сплаву T15K6, $t_{MAX} = 0,7$ (мм), позначення PI : K.01.4983.000-04, головний кут в плані - 93° , кут при вершині - 55° , переріз – круглий d12, всі внутрішні поверхні отримуються даними ріжучими інструментами поступово.

Вимірювальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-II з ціною поділки 0,05 мм, ГОСТ 166-73;
- пробка для отвору d34 (мм);
- скоба спеціальна.

Технологічне оснащення:

- токарний самоцентрувальний 3-х кулачковий патрон;
- змащувально-охолоджуюча рідина МР-7 (ОСТ 38.01445-88).

6.5 Розрахунки режимів різання

Вихідні дані на операцію 055:

- оброблювані поверхні: L100h12(торці), отвори $\varnothing 9$, M8-7H, M10-7H (Ra = 6,3 мм);
- оброблюваний матеріал: сталь 20;
- заготовка – поковка штампуванням на КГШП;

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

– верстат вертикально-фрезерний верстаті HAAS MiniMill.

Для фрезерування лисок беремо фрезу концеву за ГОСТ 9304-88: $D = 20$ мм – діаметр фрези, $z = 3$ – число зубів фрези.

Глибина різання під час фрезерування буде дорівнювати радіусу фрези. Звідси маємо, що глибина різання для фрезерування дорівнює: $t = (20) / 2 = 10$ мм.

Розрахунок режимів різання і норм штучного часу для фрезерування лисок.

Потрібна точність досягається за одну стадію обробки (чорнову) та за три робочих хода.

Вибір подачі: $S_{zT} = 0,09$ мм/зуб.

Вибране значення подачі коректую з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

$$S_Z = S_{zT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SU} \cdot K_{SZ} \cdot K_{SL}$$

де $K_{SM} = 1,0$ – коефіцієнт твердості оброблюваного матеріалу;

$K_{SU} = 1,0$ – коефіцієнт матеріалу ріжучої частини фрези;

$K_{SZ} = 1,0$ – коефіцієнт відношення фактичного числа зубів до нормативного;

$K_{SL} = 1,0$ – коефіцієнт відношення вильоту фрези до діаметру.

$$S_Z = 0,09 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,09 \text{ мм/зуб.}$$

Визначаємо хвилинну подачу S (мм/хв) Для цього спочатку знаходимо подачу оборотну S (мм/об)

$$S \text{ (мм/об)} = S \text{ (мм/зуб)} \cdot Z,$$

де Z – кількість зубів фрези.

$$S \text{ (мм/об)} = 0,09 \cdot 3 = 0,27 \text{ мм/об.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Вибір швидкості та потужності різання:

Швидкість $V = 25$ (м/хв.) і потужність $N = 1,8$ (кВт) визначається з урахуванням поправочних коефіцієнтів залежно від :

$K_{vo} = K_{no} = 1,0$ - оброблюваного матеріалу ;

$K_{vm} = K_{nm} = 1,0$ - твердості оброблюваного матеріалу;

$K_{vu} = K_{nu} = 1,0$ - матеріала ріжучої частини фрези;

$K_{vt} = K_{nt} = 0,8$ – періода стійкості ріжучої частини фрези ;

$K_{vb} = K_{nb} = 1,2$ - відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної;

$K_{vj} = K_{nj} = 1,0$ - наявності охолодження;

$K_{vp} = K_{np} = 1,0$ - стан поверхні .

$$V \text{ (м/хв)} = V_T * K_{vo} * K_{vm} * K_{vu} * K_{vt} * K_{vb} * K_{vp} * K_{vj} = 25 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 0,8 * 1,2 * 1,0 * 1,0 = 24 \text{ (м/хв)};$$

$$N \text{ (кВт)} = N_T * K_{no} * K_{nm} * K_{nu} * K_{nt} * K_{nb} * K_{np} * K_{nj} = 1,8 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 0,8 * 1,2 * 1,0 * 1,0 = 1,73 \text{ (кВт)};$$

Визначити частоту обертання шпинделя n (об/хв.):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв.)} \quad (6.5.1)$$

де V – швидкість різання;

D – діаметр фрези;

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 20} = 382 \text{ об/хв.}$$

Розрахунок режимів різання і норм штучного часу для обробки отворів.

Всі необхідні дані зведені в таблицю 6.5.1.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 6.5.1 – Значення режимів різання.

Стадія	$S_{OT}, \text{мм/об}$	$V_T, \text{м/хв}$	$N_T, \text{кВт}$	$P_T, \text{Н}$	$n_T, \text{об/хв}$
9Н14					
Центрування	0,07	20,2	0,22	708	1287
Свердлення	0,25	24	0,90	2755	850
М8-7Н					
Центрування	0,07	20,2	0,22	708	1287
Свердлення	0,19	25,5	0,64	2755	1212
Зенкування	0,05	15,4	0,30	708	377
Різьбонарізання	-	6,2	0,16	1885	426
М10-7Н					
Центрування	0,07	20,2	0,22	708	1287
Свердлення	0,25	24	0,90	2755	900
Зенкування	0,05	15,4	0,30	708	377
Різьбонарізання	-	8,4	0,18	1885	401

Розрахунок оборотів шпинделя n_T :

Визначимо частоту обертання шпинделя за формулою (6.5.1):

9Н14

$$n_{T_{ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 5} = 1287 \quad \text{об/хв,}$$

$$n_{T_{СВ}} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 9} = 850 \quad \text{об/хв.}$$

М8-7Н

$$n_{T_{ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 5} = 1287 \quad \text{об/хв,}$$

$$n_{TCB} = \frac{1000 \cdot 25,5}{3,14 \cdot 6,7} = 1212 \text{ об/хв,}$$

$$n_{TЗЕНК} = \frac{1000 \cdot 15,4}{3,14 \cdot 13} = 377 \text{ об/хв,}$$

$$n_{TP/H} = \frac{1000 \cdot 6,2}{3,14 \cdot 8} = 247 \text{ об/хв.}$$

М10-7Н

$$n_{TЦЕНТР} = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 5} = 1287 \text{ об/хв,}$$

$$n_{TCB} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 8,5} = 900 \text{ об/хв,}$$

$$n_{TЗЕНК} = \frac{1000 \cdot 15,4}{3,14 \cdot 13} = 377 \text{ об/хв,}$$

$$n_{TP/H} = \frac{1000 \cdot 8,4}{3,14 \cdot 10} = 268 \text{ об/хв.}$$

Корегування вибраних режимів з врахуванням поправочних коефіцієнтів.

Таблиця 6.5.2 – Розрахункові і фактичні режими різання.

Стадія	$S_{OP}, \text{мм/об}$	$\delta_{MF}, \text{мм/хв}$	$V_p, \text{м/хв}$	$V_\phi, \text{м/хв}$	$N_p, \text{кВт}$	$P_p, \text{Н}$	$n_\phi, \text{об/хв}$
9Н14							
Центрування	0,07	100	24,24	22	0,22	708	1400
Свердлення	0,25	250	28,8	28,3	0,90	2755	1000
М8-7Н							
Центрування	0,07	100	24,24	22	0,22	708	1400
Свердлення	0,19	250	30,6	29,5	0,64	2755	1400
Зенкування	0,05	25	18,48	20,4	0,30	708	500
Різьбонарізання	-	-	7,4	6,28	0,16	1885	250
М10-7Н							
Центрування	0,07	100	24,24	22	0,22	708	1400
Свердлення	0,25	250	28,8	26,7	0,90	2755	1000
Зенкування	0,05	25	18,48	20,4	0,30	708	500
Різьбонарізання	-	-	10	10,2	0,18	1885	325

					ТМ 20510107-00.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				40

Формули корегування табличних значень режимів різання:

Подача:

$$S_{OP} = S_{OT} \cdot K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM}$$

де $K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM} = 1,0$ – поправочні коефіцієнти [14, карта 53].

9Н14

Для центрування : $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07$ мм/об,

для свердління : $S_{OP} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,25$ мм/об.

М8-7Н

Для центрування : $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07$ мм/об,

Для сверління : $S_{OP} = 0,19 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,19$ мм/об,

Для зенкування : $S_{OP} = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,05$ мм/об.

М10-7Н

Для центрування : $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07$ мм/об,

для сверління : $S_{OP} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,25$ мм/об,

для зенкування : $S_{OP} = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,05$ мм/об.

Швидкість:

$$V_P = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VII} \cdot K_{VII} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW}$$

Вибір коефіцієнтів [14, карта 53]:

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$T_{\phi} / T_H = 1$$

$K_{VM} = 1,0$ так як твердість РІ 2100 НВ МПа.

$K_{VII} = 1,2$ коефіцієнт на швидкість для зміни умов роботи в залежності від покриття РІ.

$K_{VT} = 1,0$ так як відношення фактичного періоду стійкості до нормативного = 1.

$K_{VЖ} = 1,0$ коеф. на швидкість для зміни умов роботи в залежності від наявності охолодження.

$K_{VW} = 1,0$ коеф. стану заготовки (без корки).

$K_{VII} = 1,0$ коеф. матеріала РІ (Р6М5)

$K_{V3} = 1,0$ форма заточки інструменту Н (нормальна)

$K_{VL} = 1,0$ коеф. довжини робочої частини РІ по ГОСТ 10903-77.

Для полегшення розрахунків зводимо всі коефіцієнти до одного:

$$K_V = K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VII} \cdot K_{VII} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW} = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2.$$

9Н14

Для центрування : $V_p = 20,2 \cdot 1,2 = 24,24$ м/хв,

для сверління : $V_p = 24 \cdot 1,2 = 28,8$ м/хв.

М8-7Н

Для центрування : $V_p = 20,2 \cdot 1,2 = 24,24$ м/хв,

для сверління : $V_p = 25,5 \cdot 1,2 = 30,6$ м/хв,

для зенкування : $V_p = 15,4 \cdot 1,2 = 18,48$ м/хв,

для різьбонарізання : $V_p = 6,2 \cdot 1,2 = 7,4$ м/хв.

М10-7Н

Для центрування : $V_p = 20,2 \cdot 1,2 = 24,24$ м/хв.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

для сверління : $V_p = 24 \cdot 1,2 = 28,8$ м/хв,

для зенкування : $V_p = 15,4 \cdot 1,2 = 18,48$ м/хв,

для різьбонарізання : $V_p = 8,4 \cdot 1,2 = 10$ м/хв.

Розрахункова частота обертання шпинделя :

Визначимо частоту обертання шпинделя за формулою (6.5.1):

9Н14

Для центрування : $n_p = \frac{1000 \cdot 24,24}{3,14 \cdot 5} = 1544$ об/хв,

для сверління : $n_p = \frac{1000 \cdot 28,8}{3,14 \cdot 9} = 1019$ об/хв.

М8-7Н

Для центрування : $n_p = \frac{1000 \cdot 24,24}{3,14 \cdot 5} = 1544$ об/хв,

для сверління : $n_p = \frac{1000 \cdot 30,6}{3,14 \cdot 6,7} = 1455$ об/хв,

для зенкування : $n_p = \frac{1000 \cdot 18,48}{3,14 \cdot 13} = 453$ об/хв,

для різьбонарізання : $n_p = \frac{1000 \cdot 7,4}{3,14 \cdot 8} = 295$ об/хв.

М10-7Н

Для центрування : $n_p = \frac{1000 \cdot 24,24}{3,14 \cdot 5} = 1544$ об/хв,

для сверління : $n_p = \frac{1000 \cdot 28,8}{3,14 \cdot 8,5} = 1079$ об/хв,

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$n_p = \frac{1000 \cdot 18,48}{3,14 \cdot 13} = 453 \text{ об/хв,}$$

для зенкування :

$$n_p = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 10} = 318 \text{ об/хв.}$$

для різьбонарізання :

Розрахунок хвилинної подачі S_M (мм/хв);

$$S_M = S_O \cdot n_p.$$

9Н14

Для центрування : $S_M = 1544 \cdot 0,07 = 108 \text{ мм/хв,}$

для сверління : $S_M = 1019 \cdot 0,25 = 255 \text{ мм/хв.}$

М8-7Н

Для центрування : $S_M = 1544 \cdot 0,07 = 108 \text{ мм/хв,}$

для сверління : $S_M = 1458 \cdot 0,19 = 277 \text{ мм/хв,}$

для зенкування : $S_M = 453 \cdot 0,05 = 23 \text{ мм/хв.}$

М10-7Н

Для центрування : $S_M = 1544 \cdot 0,07 = 108 \text{ мм/хв,}$

для сверління : $S_M = 1079 \cdot 0,25 = 270 \text{ мм/хв,}$

для зенкування : $S_M = 453 \cdot 0,05 = 23 \text{ мм/хв.}$

Корегую розрахункову частоту обертання шпинделя за папортом верстата:

9Н14

Для центрування : $n_\phi = 1400 \text{ об/хв,}$

для сверління : $n_\phi = 1000 \text{ об/хв.}$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

М8-7Н

Для центрування : $n_{\phi} = 1400$ об/хв,

для сверління : $n_{\phi} = 1400$ об/хв,

для зенкування : $n_{\phi} = 500$ об/хв,

для різьбонарізання : $n_{\phi} = 250$ об/хв.

М10-7Н

Для центрування : $n_{\phi} = 1400$ об/хв,

для сверління : $n_{\phi} = 1000$ об/хв,

для зенкування : $n_{\phi} = 500$ об/хв,

для різьбонарізання : $n_{\phi} = 325$ об/хв.

Корегую хвилинну подачу по станку:

9Н14

Для центрування : $S_{M\phi} = 100$ мм/хв,

для сверління : $S_{M\phi} = 250$ мм/хв.

М8-7Н

Для центрування : $S_{M\phi} = 100$ мм/хв,

для сверління : $S_{M\phi} = 250$ мм/хв,

для зенкування : $S_{M\phi} = 25$ мм/хв.

М10-7Н

Для центрування : $S_{M\phi} = 100$ мм/хв,

для сверління : $S_{M\phi} = 250$ мм/хв,

для зенкування : $S_{M\phi} = 25$ мм/хв.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Фактичну швидкість різання визначимо за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}, \quad (6.5.2)$$

9Н14

Для центрування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 22 \text{ м/хв,}$

для сверління : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 1000}{1000} = 28,3 \text{ м/хв.}$

М8-7Н

Для центрування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 22 \text{ м/хв,}$

для сверління : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 6,7 \cdot 1400}{1000} = 29,5 \text{ м/хв,}$

для зенкування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 500}{1000} = 20,4 \text{ м/хв,}$

для різьбонарізання : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 250}{1000} = 6,28 \text{ м/хв.}$

М10-7Н

Для центрування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 22 \text{ м/хв,}$

для сверління : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 1000}{1000} = 26,7 \text{ м/хв,}$

для зенкування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 500}{1000} = 20,4 \text{ м/хв,}$

для різьбонарізання : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 325}{1000} = 10,2 \text{ м/хв.}$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Вихідні дані на операцію 045 токарна з ЧПК:

оброблювані поверхні: $\varnothing 22^{+0,13}$, $\varnothing 34^{+0,025}$, $\varnothing 42_{-0,62}$, $\varnothing 80_{-0,434}^{-0,360}$ мм, L9, L53 мм.

Таблиця 6.5.3 – Нормування операції № 045 токарна з ЧПК

Елементи режимів різання	Стадії обробки										
	Напівчистова							Чистова			Оздоблювана
	1	3	4	5	6	7	8	2	6	8	6
1.Глибина різання t мм	1,5	1,5	1,25	1,5	1x3	1,25	1,45	0,9	0,8	0,8	0,2
2.Таблична S _{от} мм/об	0,4 3	0,4 3	0,27	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,1	0,1	0,12
3. Принята S _о мм/об	0,7 2	0,7 2	0,49	0,44	0,12	0,12	0,12	0,22	0,05	0,05	0,04
4. Таблична швидкість різання V _t мм/хв.	153	153	185	185	241	241	241	265	370	370	487
5.Відкорегована швидкість різання V _v мм/хв.	219	219	265	265	345	345	345	379	529	529	696
6. Фактична частота обертання n _ф об/хв	435	840	189 5	189 5	341 0	499 0	499 0	150 0	4950	765 0	6500
7.Відкорегована частота обертання n об/хв	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600 0	6000

Продовження таблиці 6.5.3

Елементи режимів різання	Стадії обробки											
	Напівчистова								Чистова		Оздоблювана	
	1	3	4	5	6	7	8	2	6	8	6	
8. Фактична швидкість різання V_f мм/хв.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414	640
9. Потужність різання P кВт	10	10	8,2	8,2	5,1	5,1	5,1	-	-	-	-	-
10. Фактична потужність різання P кВт	8	8	6,56	6,56	4,08	4,08	4,08	-	-	-	-	-
11. Хвилинна подача $S_{хв}$ мм/хв	313	605	929	834	409	599	599	330	248	300	240	240

Вибір подач для напів-чистої, чистої та оздоблюваної стадії обробки: [12, карти 4, 6].

Поправочні коефіцієнти в залежності від: [12, карти 5, 8]

Розрахунок подач з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

Напівчистове точіння:

- $K_{sp}=1,1$;
- $K_{su}=1,0$;
- $K_{sd}=1,0$;
- $K_{sh}=1,0$;
- $K_{sm}=1,15$;
- $K_{sy}=1,2$;
- $K_{sn}=1,0$;
- $K_{sq}=1,0$;

– $K_{sj}=1,1$.

Чистове і оздоблюване точіння

– $K_{SM}=1,15$;

– $K_{sy}=1,2$;

– $K_{sq}=1,0$;

– $K_{sk}=0,8$;

– $K_{s\phi k}=0,9$.

Напівчистове розточування:

– $K_{SM}=1,15$;

– $K_{sn}=1,0$;

– $K_{se}=0,5$;

– $K_{sp}=1,0$;

– $K_{sd}=0,8$;

– $K_{sp}=1,0$;

– $K_{su}=1,15$.

Чистове і оздоблюване розточування:

– $K_{SM}=1,15$;

– $K_{se}=0,5$;

– $K_{sq}=0,85$;

– $K_{sd}=0,8$;

– $K_{s\phi k}=0,9$;

– $K_{SK \text{ чист}}=1,15$;

– $K_{SK \text{ озд}}=0,85$.

$$S_1^{H/Q} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,43 = 0,72 \text{ мм/об,}$$

$$S_3^{H/Q} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,43 = 0,72 \text{ мм/об,}$$

$$S_4^{H/Q} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,27 = 0,49 \text{ мм/об,}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$S_5^{H/Q} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,24 = 0,44 \text{ мм/об,}$$

$$S_6^{H/Q} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,23 = 0,12 \text{ мм/об,}$$

$$S_7^{H/Q} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,23 = 0,12 \text{ мм/об,}$$

$$S_8^{H/Q} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,23 = 0,12 \text{ мм/об,}$$

$$S_2^{ЧИСТ} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,22 = 0,22 \text{ мм/об,}$$

$$S_6^{ЧИСТ} = 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ мм/об,}$$

$$S_8^{ЧИСТ} = 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ мм/об,}$$

$$S_6^{ОЗДОБ} = 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,12 = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Вибір швидкостей різання для напів-чистої та чистої стадій обробки: [12, карта 21].

Поправочні коефіцієнти: [12, карта 23].

В залежності від :

- Інструментального матеріалу $K_{VI} = 1,0$;
- Групи оброблюваності матеріалу $K_{VC} = 1,0$;
- Виду обробки $K_{VO} = 1,0$;
- Жорсткості стакана $K_{VJ} = 1,1$;
- Механічних власт. Обробл. матеріалу $K_{VM} = 1,3$;
- Геометричних параметрів різця $K_{V\phi} = 1,0$;
- Періоду стійкості ріжучих частин різця $K_{VT} = 1,0$;
- Наявності охолодження $K_{VЖ} = 1,0$.

Розрахунок швидкості з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

$$V_1^{H/Q} = 153 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 219 \text{ м/хв,}$$

$$V_3^{H/Q} = 153 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 219 \text{ м/хв,}$$

$$V_4^{H/Q} = 185 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 265 \text{ м/хв,}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$V_5^{H/Q} = 185 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 265 \text{ м/хв},$$

$$V_6^{H/Q} = 241 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 345 \text{ м/хв},$$

$$V_7^{H/Q} = 241 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 345 \text{ м/хв},$$

$$V_8^{H/Q} = 241 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 345 \text{ м/хв},$$

$$V_2^{ЧИСТ} = 265 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 379 \text{ м/хв},$$

$$V_6^{ЧИСТ} = 370 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 529 \text{ м/хв},$$

$$V_8^{ЧИСТ} = 370 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 529 \text{ м/хв},$$

$$V_6^{ОЗДОБ} = 487 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 696 \text{ м/хв}.$$

Розрахунок частот обертання виконуємо за формулою (6.5.1):

$$n_1^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 219}{3,14 \cdot 160} = 435 \text{ об/хв},$$

$$n_3^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 219}{3,14 \cdot 83} = 840 \text{ об/хв},$$

$$n_4^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 44,5} = 1895 \text{ об/хв},$$

$$n_5^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 265}{3,14 \cdot 44,5} = 1895 \text{ об/хв},$$

$$n_6^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 345}{3,14 \cdot 34} = 3410 \text{ об/хв},$$

$$n_7^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 345}{3,14 \cdot 22} = 4990 \text{ об/хв},$$

$$n_8^{H/Q} = \frac{1000 \cdot 345}{3,14 \cdot 22} = 4990 \text{ об/хв},$$

$$n_2^{ЧИСТ} = \frac{1000 \cdot 379}{3,14 \cdot 80} = 1500 \text{ об/хв},$$

$$n_2^{ЧИСТ} = \frac{1000 \cdot 529}{3,14 \cdot 22} = 7650 \text{ об/хв},$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$n_6^{ЧИСТ} = \frac{1000 \cdot 529}{3,14 \cdot 34} = 4950 \text{ об/хв},$$

$$n_6^{ОЗДОБ} = \frac{1000 \cdot 696}{3,14 \cdot 34} = 6500 \text{ об/хв}.$$

Корегую частоту обертання за паспортними даними верстата:

$$n_2^{ЧИСТ} = 6000 \text{ об/хв},$$

$$n_6^{ОЗДОБ} = 6000 \text{ об/хв}.$$

Визначення хвилинної подачі:

$$S_{xв} = n_{\phi} \cdot S_o,$$

$$S_1^{H/Ч} = 435 \cdot 0,72 = 313 \text{ мм/хв},$$

$$S_3^{H/Ч} = 840 \cdot 0,72 = 605 \text{ мм/хв},$$

$$S_4^{H/Ч} = 1895 \cdot 0,49 = 929 \text{ мм/хв},$$

$$S_5^{H/Ч} = 1895 \cdot 0,44 = 834 \text{ мм/хв},$$

$$S_6^{H/Ч} = 3410 \cdot 0,12 = 409 \text{ мм/хв},$$

$$S_7^{H/Ч} = 4990 \cdot 0,12 = 599 \text{ мм/хв},$$

$$S_8^{H/Ч} = 4990 \cdot 0,12 = 599 \text{ мм/хв},$$

$$S_2^{ЧИСТ} = 1500 \cdot 0,22 = 330 \text{ мм/хв},$$

$$S_6^{ЧИСТ} = 4950 \cdot 0,05 = 248 \text{ мм/хв},$$

$$S_8^{ЧИСТ} = 6000 \cdot 0,05 = 300 \text{ мм/хв},$$

$$S_6^{ОЗДОБ} = 6000 \cdot 0,04 = 240 \text{ мм/хв}.$$

Фактичну швидкість різання визначимо за формулою (6.5.2):

$$V_6^{ОЗДОБ} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 6000}{1000} = 414 \text{ м/хв},$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_8^{чист} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 6000}{1000} = 640 \text{ м/хв.}$$

Вибір потужності різання для напівчистої стадії обробки.

Поправочні коефіцієнти: $K_{NM}=0,8$.

Розрахунок потужності з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

$$N_1 = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт,}$$

$$N_3 = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт,}$$

$$N_4 = 8,2 \cdot 0,8 = 6,56 \text{ кВт,}$$

$$N_5 = 8,2 \cdot 0,8 = 6,56 \text{ кВт,}$$

$$N_6 = 5,1 \cdot 0,8 = 4,08 \text{ кВт,}$$

$$N_7 = 5,1 \cdot 0,8 = 4,08 \text{ кВт,}$$

$$N_8 = 5,1 \cdot 0,8 = 4,08 \text{ кВт.}$$

6.6 Технічне нормування операцій

Згідно з [5] норму штучно-калькуляційного часу на операцію визначають за формулою

$$t_{шт.к} = t_{шт} + t_{п.з} / n, \quad (6.6.1)$$

де $t_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

$t_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.

В свою чергу, штучний час на операцію визначають за формулою

$$t_{шт} = t_0 + t_d + t_{обс} + t_{вдп}, \quad (6.6.2)$$

де t_0 – основний час на операцію, хв.;

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_d – допоміжний час на операцію, хв.;

$t_{обс}$ – час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця, хв.;

$t_{вдп}$ – час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв.

Допоміжний час на операцію згідно з [5] визначають за формулою:

$$t_d = t_{уст} + t_{пр} + t_{вим}, \quad (6.6.3)$$

де: $t_{уст}$ – час на установку, закріплення, розкріплення заготовки, хв.;

$t_{пр}$ – час, що витрачається на керування верстатом, хв.;

$t_{вим}$ – час на контрольні вимірювання, хв.

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника визначають за формулою:

$$t_{обс} + t_{вдп} = (t_o + t_d) \cdot [(\alpha + \beta) / 100], \quad (6.6.4)$$

де α , β - відповідно, норми часу на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника у % від оперативного часу [5].

В п. 5.5 цієї роботи визначені елементи режимів різання й основний час по переходах й на операцію 055 в цілому. Відповідно $T_{о\Sigma} = 9,06$ хв.

До складу допоміжного часу входить:

$t_{уст} = 1,5$ хв. – час на установку, закріплення, зняття заготовки за умови використання пневмокамер;

$t_{пр} = 0,56$ хв. – допоміжний час на керування верстатом;

$t_{вим} = 1$ хв. – час на вимірювання.

Визначимо допоміжний час на операцію за формулою (6.6.3):

$$t_d = 1,5 + 0,56 + 1 = 3,06 \text{ хв.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Додатковий час на обслуговування робочого місця і відпочинок робочого визначаємо як 6% від оперативного часу за формулою (6.6.4):

$$t_{обс} + t_{вдп} = (9,06 + 3,06) \cdot [6/100] = 0,73 \text{ хв.}$$

Визначимо штучний час на операцію за формулою (6.6.2):

$$t_{шт} = 9,06 + 3,06 + 0,73 = 12,85 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час на операцію становить [10]:

$$t_{п.з} = 20 + 6 = 26 \text{ хв.}$$

Визначимо штучно-калькуляційний час на операцію за формулою (6.6.1):

$$t_{шт.к} = 12,85 + 26/150 = 13,02 \text{ хв.}$$

В п. 6.5 цієї роботи визначені елементи режимів різання й основний час по переходах й на операцію 045 в цілому. Відповідно $T_{0\Sigma} = 0,97 \text{ хв.}$

До складу допоміжного часу входить:

$t_{уст} = 0,5 \text{ хв.}$ – час на установку, закріплення, зняття заготовки за умови використання пневмокамер;

$t_{уп} = 0,45 \text{ хв.}$ – допоміжний час на керування верстатом;

$t_{вим} = 1 \text{ хв.}$ – час на вимірювання.

Визначимо допоміжний час на операцію за формулою (6.6.3):

$$t_{д} = 0,5 + 0,45 + 1 = 1,95 \text{ хв.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Додатковий час на обслуговування робочого місця і відпочинок робочого визначаємо як 6% від оперативного часу за формулою (6.6.4):

$$t_{обс} + t_{вдп} = (0,97 + 1,95) \cdot [6/100] = 0,18 \text{ хв.}$$

Визначимо штучний час на операцію за формулою (6.6.2):

$$t_{шт} = 0,97 + 1,95 + 0,18 = 3,1 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час на операцію становить [10]:

$$t_{п.з} = 8 + 5 = 13 \text{ хв.}$$

Визначимо штучно-калькуляційний час на операцію за формулою (6.6.1):

$$t_{шт.к} = 3,1 + 13/150 = 3,19 \text{ хв.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Згідно з завданням необхідно спроектувати спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення заготовки на вертикально-фрезерну операції з ЧПК технологічного процесу виготовлення корпусу сальника.

На даній операції здійснюється оброблення 2-х лисок, 4-х наскрізних отворів М10-7Н, 2-х наскрізних отворів М8-7Н, 4-х наскрізних отворів $\varnothing 9$.

Використання верстатних пристроїв з механічним приводом сприяє:

- підвищенню продуктивності обробки.
- підвищенню точності оброблення.
- підвищення безпеки праці.
- використання робочих нижчої кваліфікації.
- введення багатOVERСТАТНОГО обслуговування та вивільнення працівників.
- полегшення умов праці.

Уточнення мети технологічної операції.

Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції.

Точність розмірів.

На даній операції формуються наступні розміри деталі: лінійні - 2-х лисок з дотриманням розміру L100h12 і діаметральний - 4-х наскрізних отворів М10-7Н з дотриманням розміру 115js14, 2-х наскрізних отворів М8-7Н з дотриманням розміру 57js14, 4-х наскрізних отворів $\varnothing 9$ з дотриманням розміру 57js14.

Знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 115} = 870 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 57} = 740 \text{ мкм};$$

$$T_{100} = 870 \text{ мкм}.$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

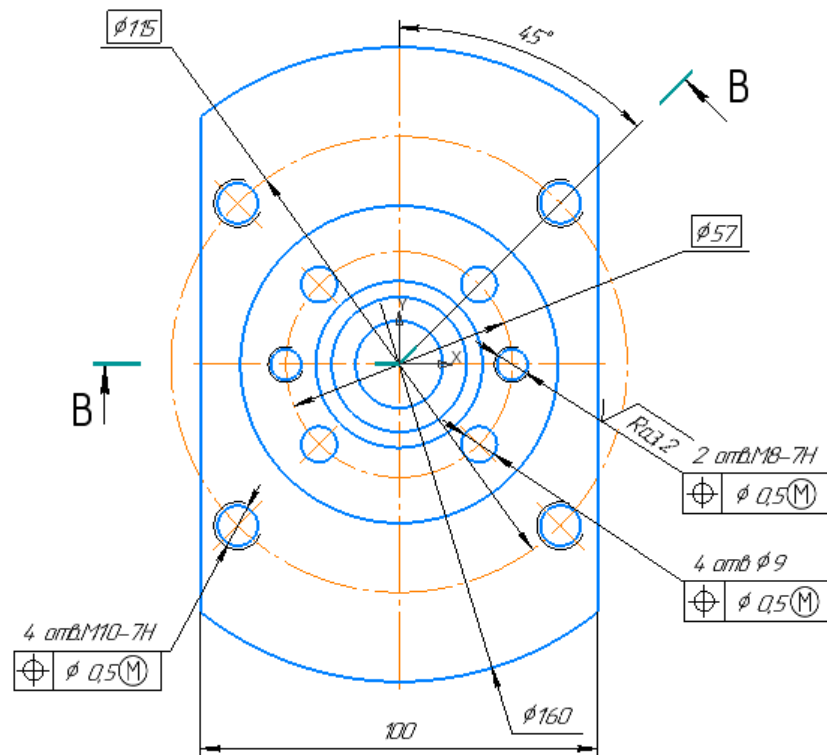


Рисунок 7.1 – Ескіз деталі

Точність форми.

Похибка форми лінійної поверхні L100h12 характеризує відхилення від прямолінійності (відповідно до ГОСТ 24642-81), нормується за ГОСТ 24643-81.

Невказаний допуск прямолінійності поверхні приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на довжину.

$$T = 0,3 T_{100} = 0,3 \cdot 870 = 261 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску прямолінійності:

$$T = 300 \text{ мкм, дане значення відповідає 14-тому ступеню точності.}$$

Точність розташування.

Точність допуску розташування 4-х наскрізних отворів M10-7H з дотриманням розміру 115js14, 2-х наскрізних отворів M8-7H з дотриманням розміру 57js14, 4-х наскрізних отворів $\varnothing 9$ з дотриманням розміру 57js14 вказано на кресленні деталі.

$$T_{\text{поз.доп}} = 0,5 \text{ мм} - \text{допуск позиціонування отворів (дивись рисунок 7.1).}$$

Шорсткість.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Шорсткість оброблених поверхонь, що формуються на даній операції, має наступні значення: L100h12 (Ra6,3), M10-7H (Ra3,2), M8-7H (Ra3,2), отвір $\varnothing 9$ (Ra6,3).

Визначення кількісних і якісних відомостей про заготовку, котра надходить на операцію.

Аналіз технологічного процесу виготовлення деталі показав, що на момент реалізації вертикально-фрезерної операції з ЧПК заготовка представлена сукупністю поверхонь, які мають просту форму (плоскі торцеві поверхні, циліндричні зовнішні поверхні, циліндричний отвір). Усі зазначені поверхні на цей час мають однакову якість, що визначено технологічним процесом отримання вихідної заготовки – поковки штампованої на КГШП. З урахуванням сказаного, на роль технологічної бази перш за все претендує внутрішній отвір $\varnothing 34H7$, яка є достатньо розвинена та зручна з точки зору технічної реалізації.

Точність розмірів.

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри:

$$T_{\varnothing 34H7} = 25 \text{ мкм};$$

Такі допуски виникають через те, що деталь приходить на дану операцію вже після всіх токарних операцій.

Точність форми.

Похибка форми отвору $\varnothing 34H7$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не зазначено в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у відсотковій залежності від допуску на розмір:

$$T_{\varnothing 34} = 0,3 \cdot 25 = 7,5 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{\varnothing 34} = 8 \text{ мкм, що відповідає 6 ступеню точності [4, с. 110].}$$

Точність розташування.

Розглянемо можливі похибки радіального биття внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 34H7$ мм.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$T_{\varnothing 34H7} = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ мкм},$$

У відповідності до стандартного ряду підбираємо найближче значення:

$$T_{\varnothing 34H7} = 12 \text{ мкм}, \text{ дане значення відповідає 5 ступеню точності.}$$

Шорсткість.

Шорсткість поверхонь деталі, що отримана в наслідок попередньої токарної обробки має такі значення:

Для $\varnothing 34H7$ вона становить $Ra = 1,25 \text{ мкм}$.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій.

Річна програма випуску задана в 5000 деталей. Така програма, з урахуванням трудомісткості, визначає тип виробництва, в якому виготовляється деталь - середньосерійному. Даний тип виробництва означає, що пристрій будуть використовувати з великою інтенсивністю. В цілому, за період виготовлення деталі "Корпус сальника" (1 рік) пристрій буде повинен здійснити 5000 робочих циклів.

Обробка заготовки на вертикально-фрезерній операції з ЧПК відбувається на вертикально-фрезерному верстаті HAAS MiniMill (див. таблицю 6.3.1).

Розробка і обґрунтування схеми базування.

Вибір базових поверхонь.

Заготовка представлена поєднанням декількох розвинутих поверхонь, що мають схожу точність і якість. До цих поверхонь відносяться зовнішні циліндричні поверхні та площини і циліндричний ступінчатий отвір. Для деталі типу короткий циліндр, при базуванні, рекомендується використання подвійної опорної бази. Найбільш надійну фіксацію та стійкість заготовки, з точки зору технічної реалізації, надасть базування по циліндричному отвору $\varnothing 34H7$.

З урахуванням сказаного пропоную схему базування заготовки зазначену на рисунку 7.1.

В цілому деталь позбавляється п'яти ступенів вільності, мають місце дві технологічні бази:

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- установка, нижня площина на висоті L13, позбавляє деталь трьох ступенів вільності: поступальних переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;
- подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів вільності, переміщень уздовж осей X і Y.

Схему базування показано на рисунку 6.2.1

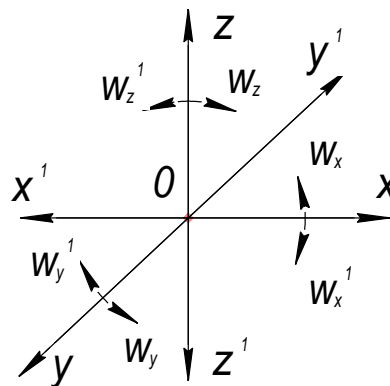


Рисунок 7.2 – Схема однобічних зв'язків, що покладають на заготовку (до таблиці 7.1)

Таблиця 7.1 – Індекси та номери зв'язків

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	-	-

Альтернативною схемою базування можна вважати ту ж схему, що була представлена вище, але із заміною поверхні базування, яка відповідала за подвійну опорну базу. Замінюємо внутрішню циліндричну поверхню $\varnothing 34$, на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 42$. Дана схема приведена на рисунку 7.3.

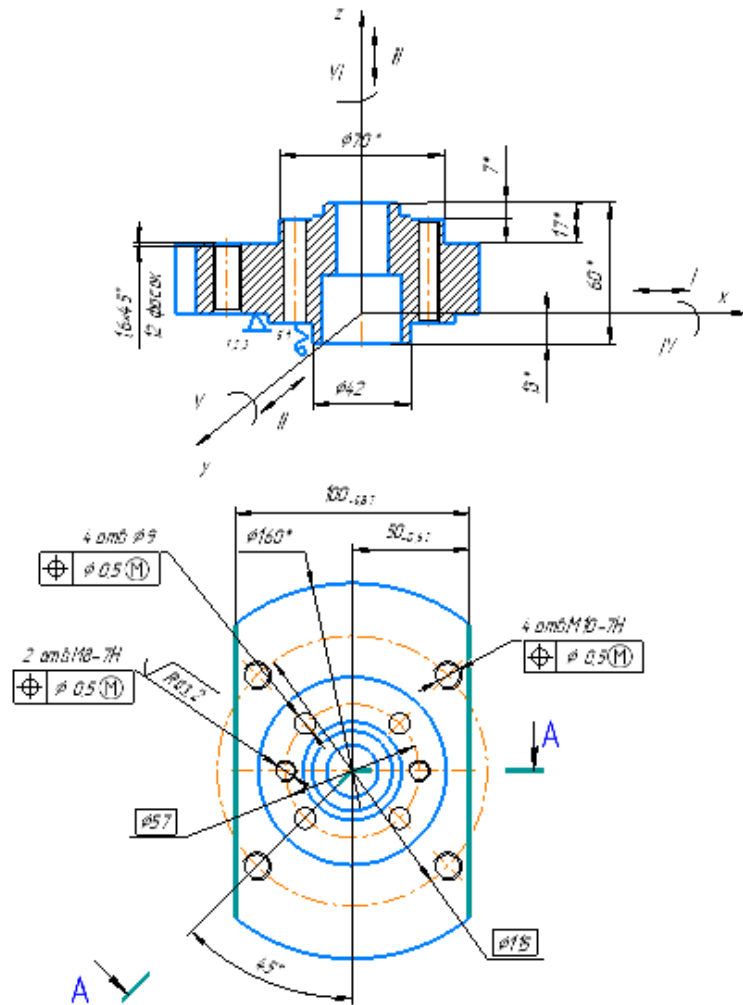


Рисунок 7.3 – Альтернативна схема базування

Оскільки поверхні, які розглядаються в якості базових ($\varnothing 34$ та $\varnothing 42$) попередньо оброблені та мають різні допуски $T_{\varnothing 34H7} = 25\text{мкм}$ і $T_{\varnothing 42} = 620\text{мкм}$, та різну шорсткість, то схема базування, яку зображено на рисунку 6.2.1 є більш актуальною, по відношенню до схеми на рисунку 7.3. Це пояснюється тим, що дана схема базування забезпечує дотримання всіх розмірів.

Під час фрезерування лисок формуються розміри $50_{-0,62}$ та $100_{-0,87}$ мм. Під час базування заготовки по отвору $\varnothing 34H7$ на жорсткому пальці $\varnothing 34g6$, для зазначених розмірів має місце похибка базування, яку можна розрахувати за формулою [12]:

$$\varepsilon_{\delta} = \delta_1 + \delta_2 + 2S_{\min},$$

де: δ_1 – допуск на розмір пальця; $\delta_{1\varnothing 34H7} = 0,025$ мм.

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20510107-00.ПЗ				

δ_2 – допуск на розмір базового отвору; $\delta_{2\varnothing 34g6} = 0,016$ мм.

$2S_{\min}$ – мінімальний зазор в посадці отвір-палець ($\varnothing 34 \frac{H7}{g6}$). $S_{\min} = 0,009$ мм.

Тоді:

$$\varepsilon_{\delta\varnothing 34H7/g6} = 0,016 + 0,025 + 2 \cdot 0,009 = 0,059 \text{ мм.}$$

Таким чином виконується умова:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{50} = 0,62 \text{ мм,}$$

та

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{100} = 0,87 \text{ мм.}$$

Точність операційних розмірів $50_{-0,62}$ та $100_{-0,87}$ забезпечується обраною схемою базування.

Під час свердління отворів $\varnothing 9$, М8-7Н, М10-7Н, формуються їх діаметральні розміри, також формується глибина свердління, позиційний допуск розташування отворів дорівнює 0,5 мм.

Похибкою діаметральних розмірів ми нехтуємо, тому що вони залежать від геометрії ріжучого інструменту та не визначається схемою базування.

Похибкою глибини свердління ми також нехтуємо, тому що всі отвори наскрізні і вони свердлюються з урахуванням врізання і перебігу.

Під час базування заготовки по центральному отвору $\varnothing 34H7$ на жорсткому пальці $\varnothing 34g6$ з зазором має місце похибка базування на розташування оброблюваних отворів $\varnothing 9$, М8-7Н, М10-7Н, яка була визначена раніше та складає 0,059 мм. таким чином виконується умова:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,059 < T_{\text{поз.доп}} = 0,5 \text{ мм.}$$

де $T_{\text{поз.доп}} = 0,5$ мм – допуск позиціонування отворів (див. рисунок 7.1).

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

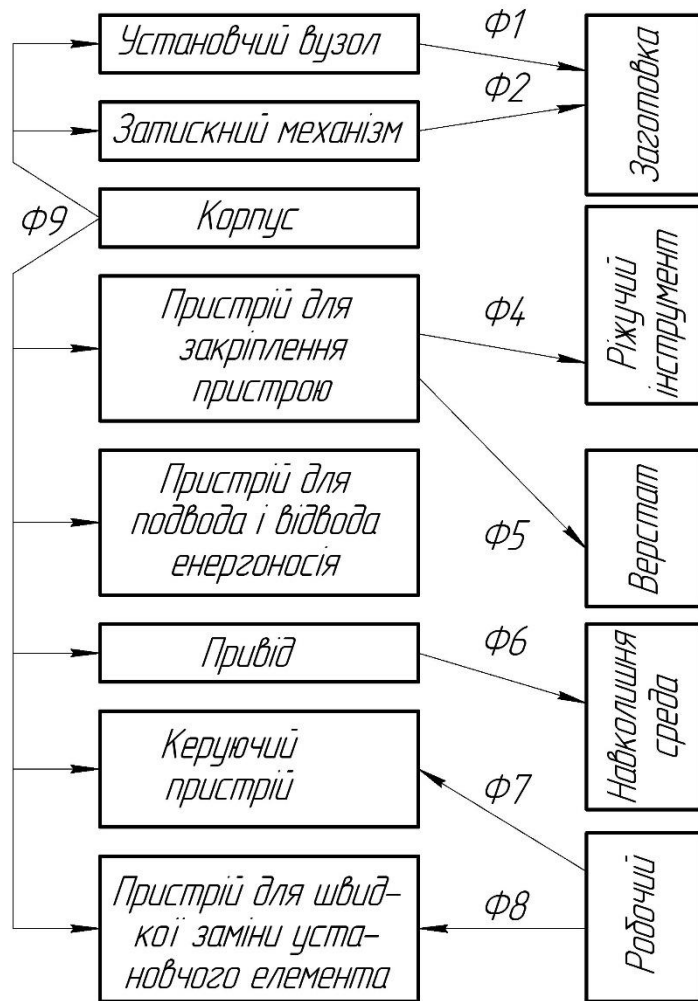


Рисунок 7.5 – Функціональна структура проектованого пристрою

Розробка та обґрунтування схеми закріплення.

Аналіз структури полів збудовувальних сил.

Для визначення взаємного впливу поля збудовуючих та поля зрівноважуючих сил будуємо графічну модель збудовуючих та зрівноважувальних сил (рисунок 7.6) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

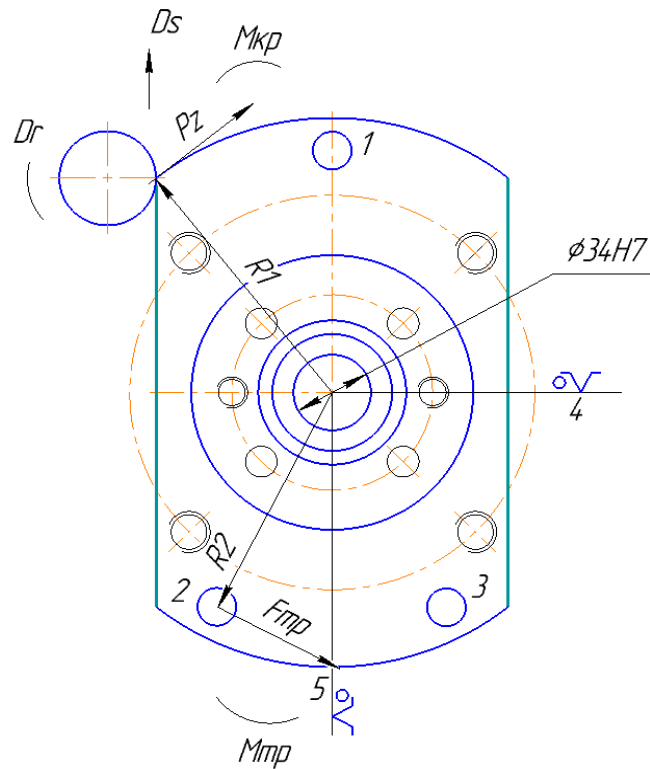


Рисунок 7.6 – Структура поля збурюючих та зрівноважувальних сил

Аналіз структури полів зрівноважувальних сил.

Таким чином, під час розрахунку сили закріплення заготовки слід враховувати, що з боку процесу різання на заготовку діятиме тангенціальна складова сили різання P_z , яка утворює момент різання $M_{кр}$, який сприяє провороту заготовки за годинниковою стрілкою (рисунок 7.6).

З іншого боку, на заготовку діятиме сила закріплення W , яка утворює момент тертя $M_{тр}$, що спричиняє опір моменту різання $M_{кр}$, та діє проти годинникової стрілки (див. рис. 7.6).

Для аналізу структури та якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю однобічних зв'язків.

										Арк.
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20510107-00.ПЗ					

Таблиця 7.2 – Однобічні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалі- зації	Реакція	R	R	R	R	R	-	R	R	R	R	-	-
	Сила зак- ріплення	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$F_{тр}$	$F_{тр}$

Розрахунок сил затиску.

Таким чином із закріпленням заготовки, для її надійної фіксації, має виконуватись умова:

$$M_{тр} \geq M_{кр},$$

або з урахуванням коефіцієнта запасу $k_{зап}$, який враховує умови закріплення:

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot k_{зап},$$

де $M_{тр}$ – момент тертя ;

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot R_2,$$

де $F_{тр}$ – сила тертя;

$$F_{тр} = W \cdot f,$$

де W – сила закріплення;

f – коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з установчими елементами верстатного пристосування. $f=0,2$

R – радіус розміщення установчого елемента верстатного пристрою,
 $R_2=65\text{мм}$;

$M_{кр}$ – момент різання;

$$M_{кр} = W \cdot R,$$

де W – сила закріплення;

														Арк.
														67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20510107-00.ПЗ									

R – плече на якому діє тангенціальна складова сили різання P_z , $R_1=80$ мм;

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу.

$$k_{\text{зап}} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де k_0 – коефіцієнт гарантованого запасу, $k_0=1,5$.

k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, при чистової обробки, $k_1=1$.

k_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, $k_2=1,6$.

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні, $k_3=1$.

k_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмокамер, $k_4=1,2$.

k_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, для механізованого приводу, $k_5=1$.

k_6 – коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, $k_6=1$.

$$k_{\text{зап}}=1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1=2,88,$$

$$F_{\text{тр}} \cdot R_2 = P_z \cdot R_1 \cdot k_{\text{зап}},$$

$$W \cdot f_1 \cdot R_2 + P_3 \cdot f_2 \cdot R_2 = P_z \cdot R_1 \cdot k_{\text{зап}},$$

$$W \cdot R_2 \cdot (f_1 + f_2) = P_z \cdot R_1 \cdot k_{\text{зап}},$$

$$f_1 = f_2 = f,$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$W \cdot 2f \cdot R_2 = P_z \cdot R_1 \cdot k_{\text{зап}},$$

$$W = \frac{P_z \cdot R_1 \cdot k_{\text{зап}}}{2f \cdot R_2},$$

$$W = \frac{2000 \cdot 80 \cdot 2,88}{2 \cdot 0,2 \cdot 65} = 17723,1 \text{ Н.}$$

Обґрунтування вибору привода.

Для забезпечення доступу ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь, закріплення заготовки пропоную здійснювати з використанням двох механізованих приводів та прихватів важільного типу (рисунок 7.7). В такому разі сумарна сила закріплення буде розподілена між двома затискними елементами:

$$W = W_1 + W_2,$$

$$W_1 = W_2,$$

$$W = 2W_{1,2},$$

$$W_{1,2} = \frac{W}{2}.$$

Відповідно до запропонованої схеми закріплення заготовки (рисунок 7.7) запишемо рівняння рівноваги моментів, діючих при використанні важільного передаточного пристрою(прихвату).

$$\frac{W}{2} \cdot l_1 = Q \cdot l_2,$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

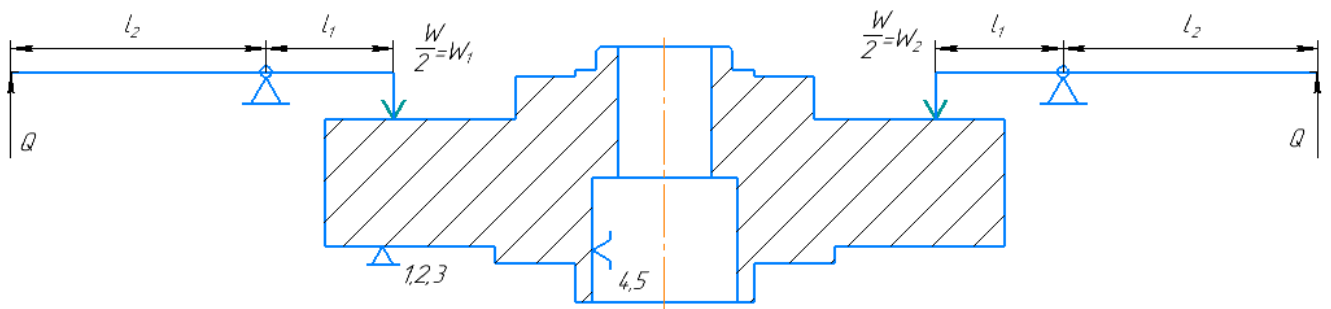


Рисунок 7.7 – Схема закріплення заготовки

Щоб виграти в силі ми беремо l_2 в два рази довше за l_1 :

$$l_2 = 2l_1.$$

З цього виходить:

$$\frac{W}{2} = 2Q.$$

Розраховуємо розрахункову силу на штоку:

$$Q = \frac{W}{4} = \frac{17723,1}{4} = 4430,8 \text{ Н.}$$

Виводимо формулу діаметру пневмокамери з формули сили на штоці:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1 = \frac{\pi \cdot (1,7D)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1,$$

$$D = \sqrt{\frac{16(Q + Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{16 \cdot (4430,8 + 150)}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 154 \text{ мм.}$$

де D – діаметр пневмокамери;

									ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						70

d – діаметр опорного диску;

p – тиск в системі;

η – коефіцієнт корисної дії;

Q – сила на штоці.

Беремо найближчий більший стандартний діаметр пневмокамери – 160 мм.

У зв'язку з обраним фактичним діаметром пневмокамери, розраховуємо фактичну силу на штоці:

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (1,7D_{\phi})^2 \cdot p \cdot \eta}{16} = \frac{\pi \cdot (1,7 \cdot 160)^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85}{16} = 4939,1 \text{ Н.}$$

З цього виходить що фактична сила закріплення дорівнює:

$$W = \frac{Q_{\phi} \cdot l_2}{l_1} = 2Q_{\phi} = 9878,17 \text{ Н.}$$

Розрахунки пристрою на точність.

У нашому випадку до розрахункових параметрів варто віднести точність взаємного розміщення основних та допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме відхилення від паралельності робочої поверхні оправки позиції 1, що формує установчу базу при базуванні заготовки, відносно опорної поверхні плити позиції

3 (якою пристрій встановлюється на стіл верстата). Цей параметр є однорідним з похибкою, що обумовлена допустимим відхиленням від перпендикулярності оброблюваних отворів:

$$T_{\perp} = 0,6 \cdot T_{8,6H14} = 0,6 \cdot 0,15 = 0,09 \text{ мм.}$$

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою:

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$E_{np} = T_{\perp} - K_m \sqrt{(K_{m1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (K_{m2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2},$$

де $T_{\perp} = 90$ мкм найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

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

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

$\varepsilon_{\delta} = 0$ мкм- базування не впливає на формування похибки перпендикулярності.

$\varepsilon_3 = 0$ мкм - закріплення не впливає на формування похибки перпендикулярності, тому що сили закріплення розподіляються симетрично.

$\varepsilon_y = 0$ мкм - похибка установлення пристрою на верстаті не впливає на формування похибки перпендикулярності.

$\varepsilon_n = 5$ мкм - похибка перекосу інструмента;

$\varepsilon_{zn} = 0$ мкм - зношення рівномірне тому воно не впливає на похибку перпендикулярності.

$K_{T2} = 0,6$ мкм - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega = 20$ мкм - середня економічна точність обробки;

$\varepsilon_{noz} = 0$ мкм - не впливає на похибку перпендикулярності.

В результаті маємо

$$E_{np} = 90 - 1,2 \cdot 13 = 74,4 \text{ мкм.}$$

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис та принцип дії пристрою.

Базовою деталлю верстатного пристрою є плита поз. 5, в центральній частині якої встановлено оправку поз. 2, яка має циліндричну та плоску робочі поверхні, через які реалізуються подвійна опорна та установча технологічні бази під час базування заготовки.

В лівій та правій частинах плити симетрично відносно оправки позиція 2, розташовані пневмокамери односторонньої дії. безштокові порожнини пневмокамер розташовані безпосередньо в плиті поз. 5, штокові порожнини утворені кришками поз. 4. Між кришками поз. 4, та плитою розміщені мембрани пневмокамер, які жорстко зв'язані з штоками.

Для фіксації заготовки передбачені прихвати позиція 6, у вигляді важеля. Коротке плече має спиратися на заготовку, а довге на шток (робоче положення). В центральній частині прихвата розташована стійка позиція 10, яка виконує функцію опори. В не робочому положенні прихват відвернутий від заготовки на 90°.

Для установки верстатного пристрою на столі верстата передбачені призматичні дві шпонки поз. 17, які привернуті до плити поз. 5 знизу.

Для транспортування, переустановлення пристрою передбачені два рим-болти поз. 14, які привернуті до плити поз. 5 зверху в протилежних кутах.

Принцип дії верстатного пристрою.

Встановити заготовку по отвору $\varnothing 34H7$ на палець оправки поз. 10 до контакту з плоскою поверхнею. Розвернути прихвати в робоче положення (так, щоб довге плече прихвата розташовувалось над штоком пневмокамери, а коротке плече – над поверхнею заготовки). Подати стиснене повітря до безштокової порожнини пневмокамери. Стиснене повітря перемістить мембрану, яка в свою чергу підніме шток пневмокамери. При переміщенні штока догори коротке плече прихвата опускатиметься вниз. При цьому відбуватиметься затиск заготовки. Розкріплення заготовки здійснюється у зворотній послідовності.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ВИСНОВКИ

В роботі виконані такі види робіт:

- 1) аналіз службового призначення машини, вузла, деталі;
- 2) аналіз технічних вимог на виготовлення деталі;
- 3) визначено тип виробництва – середньосерійний, форма організації робіт – групова;
- 4) аналіз технологічності конструкції деталі;
- 5) вибраний раціональний спосіб отримання заготовки – поковка штампуванням на КГШП;
- 6) аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі;
- 7) розрахунок припусків на механічну обробку поверхні обертання;
- 8) обґрунтування схем базування і закріплення заготовки на вертикально-фрезерній та токарній операції;
- 9) вибрано металорізальне обладнання на операції;
- 10) вибрано технологічне оснащення на операції;
- 11) виконаний розрахунок режимів різання і технічне нормування вертикально-фрезерної та токарної операцій;
- 12) спроектований верстаний пристій;
- 13) розроблене креслення заготовки та технічні вимоги до неї;
- 14) розроблений маршрутний технологічний процес виготовлення деталі;
- 15) розроблене креслення верстатного пристрою;
- 16) розроблені операційні налагодження.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. **Боровик, А. І.** Технологічна оснастка механоскладального виробництва. Київ: Кондор, 2007. – 726 с.
2. Станочные приспособления : справочник. В 2-х т., Т. 1. / Ред. совет : Б. Н. Вардашкин (пред.) и др. – Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. – 592с.
3. **Гевко, Б. М., Дичковський, М. Г., Матвійчук, А. В.** Технологічна оснастка. Контрольні пристрої. – Київ: Кондор, 2009. – 220 с.
4. **Гжиров, Р. И.** Краткий справочник конструктора: справочник. Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 464 с.
5. **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособ. / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск : Высшая школа, 1983. – 256 с.
6. **Горошкін, О. К.** Приспособления для металлорежущих станков : справочник. – 7-е вид., перероб. та доп. – Москва : Машиностроение, 1978. – 303 с.
7. ГОСТ 7829-70 «Поковки з вуглецевої і легованої сталі, що виготовляються куванням на молотах. Припуски і допуски».
8. **Зенкин, А. С.** Допуски и посадки в машиностроении : справочник. / А. С. Зенкин, И. В. Петко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Техніка, 1990. – 320 с.
9. Марочник сталей и сплавов : справочник / Под ред. В. Г. Сорокина. – Москва : Машиностроение, 1989. – 640 с.
10. Общеотроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – Москва : Машиностроение, 1974. – 421 с.

						ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			75

11. **Приходько, В.П., Литвин, О.В.** Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

12. Справочник технолога-машиностроителя : справочник. В 2-х т. / Под ред. : А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. Т. 2. – 496 с.

13. **Сторож, Б.Д., Карпик, Р.Т., Гордєєв, А.І.** Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ; Хмельницький: ХНУ, 2004. – 230 с.

					ТМ 20510107-00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76