

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» ,

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: «Проектування технологічного процесу виготовлення кришки ЦНА 60-

145.1000.10.»

Здобувача (ки) групи КМ-91-1 Доленка Олексія Володимировича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Олексій ДОЛЕНКО

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

доцент, к.т.н., доцент Іван ДЕГТЯРЬОВ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант¹⁾

(посада, науковий ступінь, вчене звання ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2023

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 63 сторінок, 8 рисунків, 17 таблиць, 21 джерела.

В даній роботі мною представлено вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка». Розраховано та обраний найбільш раціональний спосіб отримання заготовки, вибрано сучасні верстати, ріжучий інструмент та вимірювальний інструмент. Виконано розрахунок режимів різання та проведено технічне нормування операцій 020 Токарна з ЧПК та 045 Фрезерна з ЧПК.

Було спроектовано верстатний пристрій - 3-х кулачковий патрон для фрезерної операції, ріжучий та вимірювальний інструмент.

У графічній частині роботи виконав креслення деталі, заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційних наладок на 020 Токарна з ЧПК та 045 Фрезерна з ЧПК.

Метою роботи - проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

Об'єкт дослідження - деталь «Кришка», яка входить до складу насоса ЦНА 60-145.

Предмет дослідження - операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Кришка».

КРИШКА, НАСОС, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	5
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 і обґрунтування способу отримання вихідної заготовки	18
6 Аналіз існуючого технологічного процесу	23
6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь	23
6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	25
6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів	29
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	30
6.5 Розрахунки режимів різання	33
6.6 Технічне нормування операцій	40
7 Проектування верстатного пристрою	43
7.1 Обґрунтування вибору верстатного пристрою	43
7.2 З'ясування кількісних та якісних даних про заготовку що надходить на операцію. Аналіз точності поверхні, які можуть бути базовими	43
7.3 Розробка та обґрунтування схеми базування	46
7.4 Розрахунок сил закріплення	47
7.5 Розрахунки точності пристрою	50
7.6 Опис пристрою та принципу його роботи	51
Висновки	52
Перелік джерел посилання	53
Додаток А	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток Б	57
Додаток В	58
Додаток Г	59

					<i>ТМ 19510022-00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Доленко О.В.</i>			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка ЦНА 60-145.1000.10.»</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дегрярьов І.М.</i>					<i>3</i>	<i>63</i>
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, гр. ТМ-91/1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

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 пригоночних 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 простіший універсальній технологічній оснастці,

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

Деталь «Кришка», застосовується у Насосі ЦНА 60-145 , що являє собою електронасос який застосовується в агрегатах для перекачування води та інших рідин, подібних до води за щільністю, в'язкістю та хімічною активністю.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Деталь «Кришка», застосовується у Насосі ЦНА 60-145 (Рисунок 1.1).

Насос - це пристрій (гідравлічна машина, апарат або пристрій) для напірного руху (всмоктування та нагнітання) переважно крапельної рідини внаслідок передачі їй зовнішньої енергії (потенційної та кінетичної). Пристрої для безнапірного переміщення рідини насосом зазвичай не називають і відносять до водопідйомних машин.

Цей електронасос застосовується в агрегатах для перекачування води, що має водневий показник рН 7-8,5 та інших рідин, подібних до води за щільністю, в'язкістю та хімічною активністю, що містять тверді включення розміром до 0,1 мм, мікротвердістю не більше 1,47 ГПа (14,7 кгс/см²), об'ємна концентрація яких не перевищує 0,1%, температурою не більше +45°C (ЦНС), не більше +105°C у системі водопостачання (ЦНСГ), температурою олії від +2 до +60°C в масляній системі турбогенераторів (ЦНСМ). Основні технічні характеристики насоса представлені в таблиці 1.1.

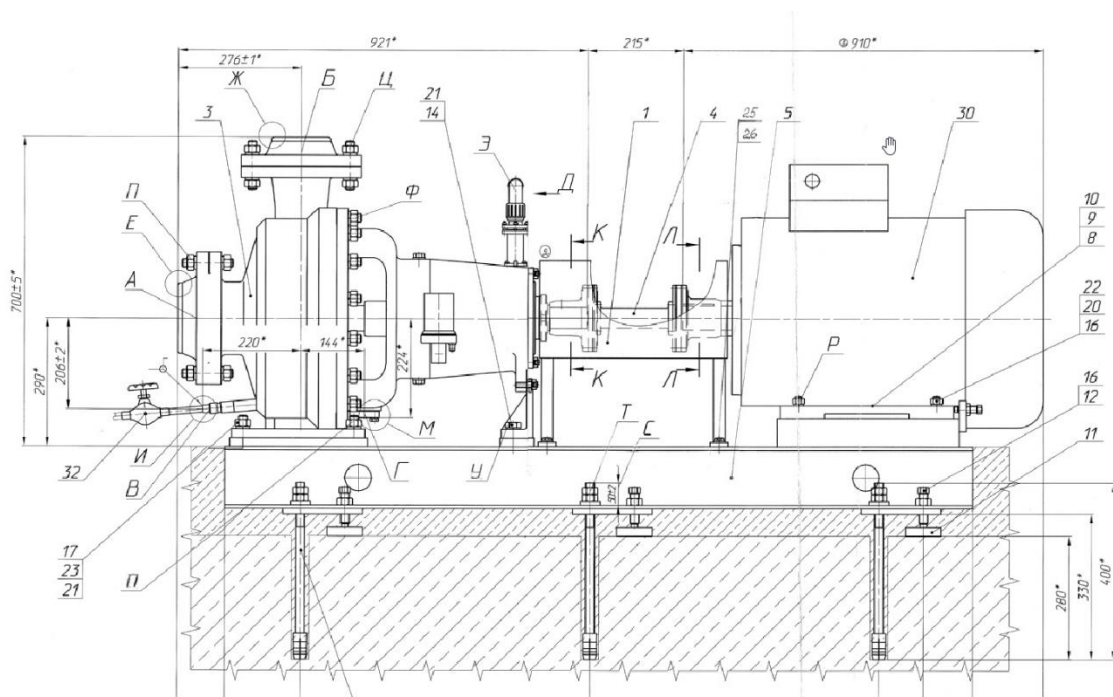


Рисунок 1.1 - Насос ЦНА 60-145

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 19510022-00 ПЗ

Перелік основних частин насоса ЦНА 60-145:

1. Кронштейн
2. Кольцо
3. Опора
4. Кришка
5. Відбійник
6. Пробка
7. Фланець

Таблиця 1.1 - Основні технічні характеристики Насоса ЦНА 60-145

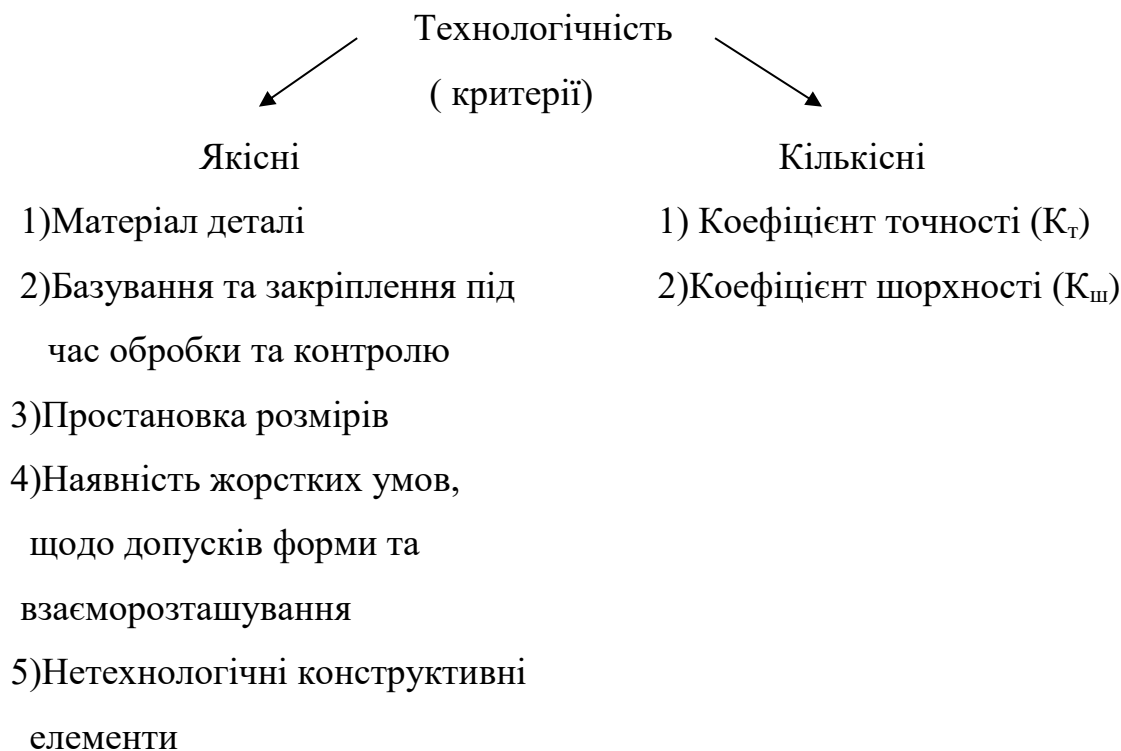
Подача в номінальній точці, м ³ /год	100
Напір в номінальній точці, м	107
Тиск на вході в насос, МПа	до 1.3
Тиск в корпусі насоса, МПа	3
Температура робочого середовища, С ⁰	55
Температура в корпусі, С ⁰	60
Допустимий кавітаційний запас, м	5
Потужність в номінальній точці, кВт	45.5
ККД, %	63
Зовнішній витік через кінцеве ущільнення, м ³ /с	5,5*10 ⁻⁸
Вага, кг	360
Габаритні розміри, мм	1110*520*500

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИЙ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь «Кришка», являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра $\frac{l}{d} = 0,115$ виготовлена зі Сталі 20X13 ДСТУ 4738-07, яка використовується в електро насосі.

Технологічний аналіз даної деталі:



Виконуємо аналіз технологічності по якісним показникам

Матеріал деталі – 20X13 ДСТУ 4738-07.

Сталь 20X13 ДСТУ 4738-07містить вуглецю в середньому 0,2%, X13 - вказує вміст хрому сталі приблизно 13%. Сталь легована, корозійностійка, жароміцна.

Нержавіюча сталь 20X13 ДСТУ 4738-07застосовується для деталей з підвищеною пластичністю, що зазнають ударних навантажень, виробів, що зазнають впливу слабо агресивних середовищ (атмосферних опадів, водних розчинів солей органічних кислот при кімнатній температурі).

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша корозійна стійкість досягається після термічної обробки (загартування з відпусткою) та полірування.

З нержавіючої сталі 20X13 ДСТУ 4738-07 виготовляють лопатки парових турбін, клапани гідравлічних пресів, тарілки та сідла клапанів, поршневі кільця, болти, труби, пр едмети домашнього вжитку та інші деталі, що працюють за температури до 450-500°C.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі

Масова частка основних хімічних елементів, %			
С - вуглецю	Si - кремнію	Mn - марганцю	Cr - хрому
0,16-0,25	Не більше 0,80	Не більше 0,80	12,00-14,00

Таблиця 2.2 – Температури критичних точок

Температура критичних точок, °C			
Ac1	Ac3	Ar1	Ar3
810	900	710	660

Таблиця 2.3 – Технологічні властивості сталі 20X13

Технологічні властивості	
Кування	Температура кування, °C: початки 1250, кінця 850. Перетину до 150 мм охолоджуються на повітрі.
Зварюваність	Обмежено зварювана. Способи зварювання: ручне дугове зварювання, аргонодугове зварювання, контактне зварювання. Підігрів та термообробка застосовуються залежно від методу зварювання, виду та призначення конструкції.
Оброблюваність різанням	У загартованому та опущеному стані при НВ 241 і $\sigma_{\text{в}} = 730$ МПа: Kv твердий сплав = 0,70 Kv швидкорізальна сталь = 0,45
Флокеночутливість	Не чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості	Схильна

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконуємо розрахунок, згідно [3].

Початкові дані:

Річна програма випуску виробів $N=5000$ штук.

Режим роботи підприємства - у дві зміни.

Дійсний річний фонд роботи обладнання $F_d = 4029$, годин.

Для розрахунку необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучному часу виготовлення деталі на механічні операції візьмемо з базового технологічного процесу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Штучний час на механічні операції

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$, хв
020	Токарна	1,4
025	Токарна	0,65
045	Свердлильна	1,3
055	Фрезерна	0,85
070	Токарна	0,3

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

де N - річна програма випуску виробів, шт;

$T_{шт}$ - штучний час;

F_d - дійсний річний фонд часу, ч;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, по [3] $\eta_{з.н.} = 0,8$.

Таблиця 3.2 - Нормування операцій

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.н.}$	O
020	Токарна	1,4	0,036	1	0,036	22,22
025	Токарна	0,65	0,017	1	0,017	47,05
045	Свердлильна	1,3	0,034	1	0,034	23,52
055	Фрезерна	0,85	0,022	1	0,022	36,36
070	Токарна	0,6	0,015	1	0,016	50
Σ	-	3,5	-	5	-	179,15

Для кожної операції обчислюємо значення фактичного коефіцієнта завантаження робочого місця за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = M_p/P \quad (3.2)$$

Кількість операцій, що виконують на робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.}/\eta_{з.ф.} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт закріплення операції розраховуємо по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.2)$$

Таким чином коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$K_{з.о.} = \frac{179,15}{5} = 35,83$, що відповідає дрібно серійному типу виробництва, так як $K_{з.о.}$ входить в межі $20 < 35,83 < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва.

Визначаємо партію запуску за формулою [3]:

$$n = Na/254, \quad (3.3)$$

де $a=24$ – періодичність запуску в днях [3].

										Арк.
										122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$n = 5000 \cdot 24/254 = 473,$$

приймаємо партію запуску 473 штук.

Визначаю середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{шт}}}{n} = \frac{3,5}{6} = 0,58 \text{ хв.}$$

де $n=8$, число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{\text{сут}} = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Коригуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на виготовлення всієї партії:

$$З = \frac{T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{пар}}}{F_3 \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{0,58 \cdot 473}{476 \cdot 0,8} = 0,72$$

$$F_3 = \frac{F_{\text{сут}}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$\eta_{\text{з.н.}} = 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення - 1.

Тоді число деталей в партії:

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_3 \cdot З_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{476 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,58} = 656 \text{ шт.}$$

Так як розрахований тип виробництва дрібно серійний, то вибираємо форму організації робіт - групову.

Ця форма організації робіт характерна для серійного типів виробництва. Заготовки обробляються невеликими партіями, час обробки не погодили.

Такий підхід до організації технологічного циклу дозволяє підприємству випускати величезний перелік різноманітної продукції. Їхня номенклатура величезна. Кожен продукт виробляється в обмеженій кількості. При цьому перелік готової продукції нестабільний. У цьому випадку застосувати стандартизацію при виготовленні такої продукції практично неможливо. Готові вироби можуть істотно відрізнятись за важливими ознаками (наприклад, за зовнішнім виглядом, функціональністю, конструкцією тощо).

										Арк.
										133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Однією з основних характеристик дрібно серійного типу виробництва є переривчастий характер технологічного циклу. Щоб виготовити одиницю товару, потрібно буде витратити багато часу. При цьому обладнання може бути універсальним. При збиранні витрачається багато ручної праці. При цьому персонал повинен мати універсальні навички.

Найчастіше цехи подібних виробництв поділяють на дільниці за типом технологічних процесів. У процесі виготовлення продукції витрачаються значні трудові (значна трудомісткість, високий рівень кваліфікації персоналу) і матеріальні ресурси. Це сприяє збільшенню собівартості готової продукції. Значна її частина припадає на оплату праці персоналу.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічністю називають сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Деталь «Кришка», відноситься до тіл обертання, виготовляється з нержавіючої сталі 20Х13 ДСТУ 4738-07. Проаналізувавши матеріал, використаний для виготовлення деталі, то він достатньо добре піддається лезовій обробці. В якості замінників даної марки сталі можна використовувати наступні марки сталі та зарубіжних аналогів: 12Х13 ДСТУ 4738-07, 14Х17Н2, Х30Cr13, 2Н13, 420S29.

Базування деталі «Кришка» можливо зробити на будь-якому верстаті. Найкраще базування в 3-х кулачковому патроні. Додаткові пристрої для закріплення не потрібні.

Маса готової деталі становить 3,8 кг, тому на механічних операціях не треба застосовувати допоміжні підйомні механізми, тому це не збільшує допоміжний час та собівартість готової деталі. За масою деталь технологічна. Габарити деталі становлять $\varnothing 225 \times 26$ мм. Розміри робочої зони для обробки такої деталі повинні бути невеликі, застосовуване обладнання буде мати невеликі габарити. Обладнання нормальної точності, тому його обслуговування має невелику вартість.

Креслення деталі виконане відповідно до стандартів, на ньому вказана достатня кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень. По данному пункту деталь технологічна [7, 8].

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		155

Деталь «Кришка» має як точні поверхні 8 квалітету із шорсткістю Ra 1,6 мкм, так і грубі квалітети 14 із шорсткістю Ra 6,3÷12,5 мкм, тому для забезпечення відповідної якості потрібна відповідна кількість операцій, все це відбивається на собівартості виробу в цілому. Допуски торцевого биття досягаються завдяки принципам сумісності і постійності баз. Для отримання даних вимог треба використовувати точне чистове обладнання, достатню кількість операцій та переходів (чорнові та чистові), відповідні режими різання та технологічну оснастку. Вартість готової деталі збільшиться, тому що буде використовуватися точне обладнання, технологічна оснастка (вимірювальний інструмент та пристроїв).

З точки зору зручності базування дана деталь є технологічною, так як не треба застосування спеціальних пристроїв на стадіях обробки і базується в 3-х кулачковому патроні.

До нетехнологічних конструктивних елементів даної деталі можна віднести фаски і виступ діаметру 158.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна отримати, використовуючи спеціальні пристрої і різальний інструмент.

Для розрахунку коефіцієнта шорсткості і коефіцієнта точності необхідно скласти таблицю, в якій буде вказано характеристики (параметр шорсткості і квалітет точності) поверхонь деталі. Після складання таблиці за формулами визначаються коефіцієнти шорсткості і точності.

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою:

$$K_{III} = \frac{1}{A_{CP}} < 0,32, \quad (4.1)$$

де A_{CP} – середнє арифметичне значення шорсткості, за даними таблиці 4.3:

$$A_{CP} = \frac{113,4}{21} = 5,4 \text{ мкм},$$

$$K_{III} = \frac{1}{A_{CP}} = 0,18 < 0,32$$

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						166
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

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

де B_{cp} середнє арифметичне значення квалітету точності, за даними таблиці 4.3:

$$B_{cp} = \frac{232}{21} = 11,04,$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,04} = 0,90 > 0,8$$

Таблиця 4.3 – Характеристика поверхонь деталі

Характер поверхні і розмір	Кількість	Точність	Якість
1	2	3	4
Зовнішні:			
Зовнішня циліндр d170h8	1	h8	Ra 1,6
Зовнішня циліндр d225	1	IT14	Ra 6,3
Внутрішні:			
Внутрішня циліндр D97H11	1	H11	Ra 6,3
Лінійні:			
Торець l13	1	IT14	Ra 6,3
Торець l26	1	IT14	Ra 1,6
Інші:			
Скрізний отвір D14	6	IT14	Ra 6,3
Скрізний отвір M10-7H	3	H7	Ra 3,2
Конус D158*10°	1	IT14	Ra 6,3
Фаска 1,6x45°	1	IT14	Ra 6,3
Фаска 1x45°	3	IT14	Ra 6,3
Проточки l2	2	IT14	Ra 6,3

Виконавши розрахунки і розглянувши якісні і кількісні оцінки можна сказати, що деталь по параметру шорсткості відповідає рівню ЕСТПІ, а значить є технологічною.

Проаналізувавши дану деталь, роблю висновок, що деталь технологічна.

										Арк.
										177
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510022-00 ПЗ					

5 ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ

Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанту виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

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

Розглянемо варіанти виготовлення заготовки деталі «Кришка», матеріал деталі – сталь 20Х13 ГОСТ 5632-72:

- лиття – не раціонально застосувати, так як для заданого обсягу випуску треба виготовляти спеціальні форми для лиття у кокіль, а потім піддавати деталь очистці піском під тиском та видаляти залишки литникових систем. При цьому способі отримання заготовки можуть з'явитись раковини та пори, що негативно вплине на працездатність оправки, адже вона передає крутний момент у процесі роботи, а при цьому треба забезпечити ущільнення волокон матеріалу, що можливо лише при пластичному деформуванні.

- прокат – не раціонально застосовувати у середньо серійному виробництві через великі перепади діаметральних розмірів, що знижує коефіцієнт використання матеріалу та збільшує трудомісткість чорнової обробки, проте для даної деталі варто розглянути такий спосіб отримання, адже у технічних вимогах допускається отримання заготовки з прокату.

- кування на молотах – не раціонально застосувати через достатньо складний профіль деталі, адже у середньосерійному виробництві потрібно прагнути до наближення форми заготовки до форми деталі, що можливе при штампуванні, проте дивлячись на форму та розміри даний спосіб також розглянемо.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		188

- штампування – дозволяє отримати заготовку з ущільненими волокнами, що добре позначиться на експлуатаційних характеристиках деталі, а також за формою та розмірами вона буде найбільш наближена до форми деталі. Проте даний спосіб не розглядаємо, оскільки габарити деталі досить великі.

Виходячи з конфігурації заданої деталі доцільно застосувати гарячекатаний прокат (ГОСТ 2590-88) [5]. Заготовки з прокату застосовуються для деталей, по конфігурації, що наближаються до якогось виду даного прокату, коли немає значної різниці в поперечних перетинах деталі і коли можна при отриманні остаточної її форми уникнути зняття великої кількості металу.

Виходячи з маршруту технологічного процесу заводського варіанту заготовлює для деталі є круг $\varnothing 100$ для кування і довжиною 1430 мм.

Додатково приймаємо на довжину припуск на виготовлення зразків на механічні випробування 150 мм та припуски на відрізання 5 мм.

$$K_i = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{з}}}, \quad (5.1)$$

де $G_{\text{д}}$ – маса готової деталі, $G_{\text{д}} = 3,8$ кг;

$G_{\text{з}}$ – витрата матеріалу на заготовку, кг:

$$G_{\text{з}} = \frac{\pi d^2 l}{4} \rho, \quad (5.2)$$

де ρ – густина матеріалу заготовки, $\rho = 7,67$ г/см³;

d – діаметр заготовки, $d = 240$ мм;

l – довжина заготовки, $l = 37$ мм.

$$\text{Тоді } G_{\text{з}} = \frac{\pi \cdot 24^2 \cdot 3,7}{4} \cdot 7,67 = 12800 \text{ г} = 12,8 \text{ кг.}$$

$$\text{Тоді } K_{\text{м1}} = \frac{3,8}{12,8} = 0,29$$

Розрахунок вартості заготовки з прокату.

Собівартість заготовки з прокату визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S = M + \sum C, \quad (5.3)$$

де M – затрати на матеріал заготовки, грн;

										Арк.
										199
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 19510022-00 ПЗ

$$M = Q_1 S - (Q_1 - q) \frac{S}{1000}, \quad (5.4)$$

де Q_1 – маса заготовки з проката, $Q_1 = 12,8$ кг;

S – ціна 1кг матеріалу заготовки, $S = 80$ грн.;

q – маса готової деталі, $q = 3,8$ кг;

$S_{отх}$ – ціна 1т відходів $S_{отх} = 2000$ грн.

Тоді

$$M = 12,8 \cdot 80 - (12,8 - 3,8) \cdot \frac{2000}{1000} = 1006 \text{ грн.}$$

$\sum C_{і\zeta}$ – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутків, різання їх на штучні заготовки, грн:

$$\sum C_{і\zeta} = \frac{C_{і\zeta} \cdot C_{\emptyset\emptyset}}{60 \cdot 100}, \quad (5.5)$$

де $C_{пз}$ – приведені витрати на робочому місці: правки 130 грн/год., порізки 70 грн/год.;

$T_{шт}$ – штучний час на заготівельну операцію, $T_{шт} = 60$ хв.

Тоді

$$\sum C_{оз} = \frac{(130 + 70) \cdot 60}{60} = 200 \text{ грн.}$$

Тоді $S_{заг1} = 1006 + 200 = 1206$ грн.

Розрахунок вартості штампованої заготовки

Собівартість штампованої заготовки визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S_{\zeta\text{à}\text{à}2} = \left(\frac{\bar{N}_l}{1000} Q_2 K_{\emptyset} K_i K_{\bar{n}} K_{\hat{e}} K_i \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{і}\emptyset\emptyset}}{1000}, \quad (5.6)$$

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_i – ціна 1т матеріалу заготовки, $C_i = 80000$ грн.;

Q_2 – маса штампованої заготовки, кг:

$$Q_2 = q \cdot K_p, \quad (5.7)$$

де q – маса готової деталі, $q = 3,8$ кг;

K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки, для валів $K_p = 1,6$ [11];

K_T – коефіцієнт, що залежить від точності штампування по ГОСТ 7505-89 (для нормальної точності), $K_T = 1$;

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

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c = 0,77$;

K_B – коефіцієнт, що залежить від матеріалу штампування, $K_B = 0,7$;

K_{II} – коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва заготовок, $K_{II} = 1$;

$S_{отх}$ – ціна 1т відходів, $S_{отх} = 2000$ грн.

Тоді

$$S_{заг2} = \left(\frac{80000}{2000} \cdot 3,8 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 0,77 \cdot 0,7 \cdot 1 \right) - (6,08 - 3,8) \cdot \frac{2000}{1000} = 143,56 \text{ грн.}$$

$$K_{M1} = \frac{6,08}{3,8} = 0,625$$

Таким чином бачимо, що $Q_1 > Q_2$, $K_{M1} > K_{M2}$, $S_{заг1} < S_{заг2}$.

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок: отримання заготовок з штампування вигідніше, тому що собівартість заготовки нижче, а форма заготовки максимально наближена до форми деталі.

Згідно [10], вибираємо $\varnothing 100 (+0,4; -1,7)$ мм.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Штампування $\frac{100-\text{ГОСТ } 2590-2006}{20X13 \text{ ДСТУ } 4738-07}$.

2. Піддати термообробці для зняття внутрішніх напружень.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Відсутність внутрішніх дефектів перевіряти методом УЗД. Максимальна еквівалентна площа допускається дефекту - 10 мм². Сума еквівалентних площ всіх зафіксованих дефектів на ділянці довжиною 1000 мм контрольованої заготовки вала не повинно перевищувати 50 мм², при цьому найменша відстань між сусідніми дефектами має бути не менше 30 мм.

4. Контролю піддати кожну заготовку. Відбір проб і значення технічних властивостей як для поковки Гр. V ГОСТ 25054-81.

5. Маркувати ударним способом: номер замовлення і номер деталі.

6. * Розмір для довідок.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 170h8$ мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (6.1)$$

де R_{z-1} – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} - величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i - похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{екс}^2 + \rho_{см}^2} = 1000 \text{ мкм},$$

а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$ тоді

$$\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y,$$

де $k_y=0,04-0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1000 \cdot 0,05 = 60 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{n/ч} = 1000 \cdot 0,05 = 50 \text{ мкм.}$$

Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в табл. 6.1, а самі результати розрахунку у додатку.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Допуск T, мкм	Елементи припуску, мкм				
				R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _y , мкм	
							ε ₆ мкм	ε ₃ , мкм
-	T4 ГОСТ 7505-89	+0,4 -1,7	2100	200	300	1104	-	-
Точіння чорнове	h14	0 -1,07	1070	125	120	66	50	50
Точіння напівчистове	h11	0 -0,27	270	32	30	44	0	0
Точіння чистове	h8	0 -0,066	66	10	20	22	0	0

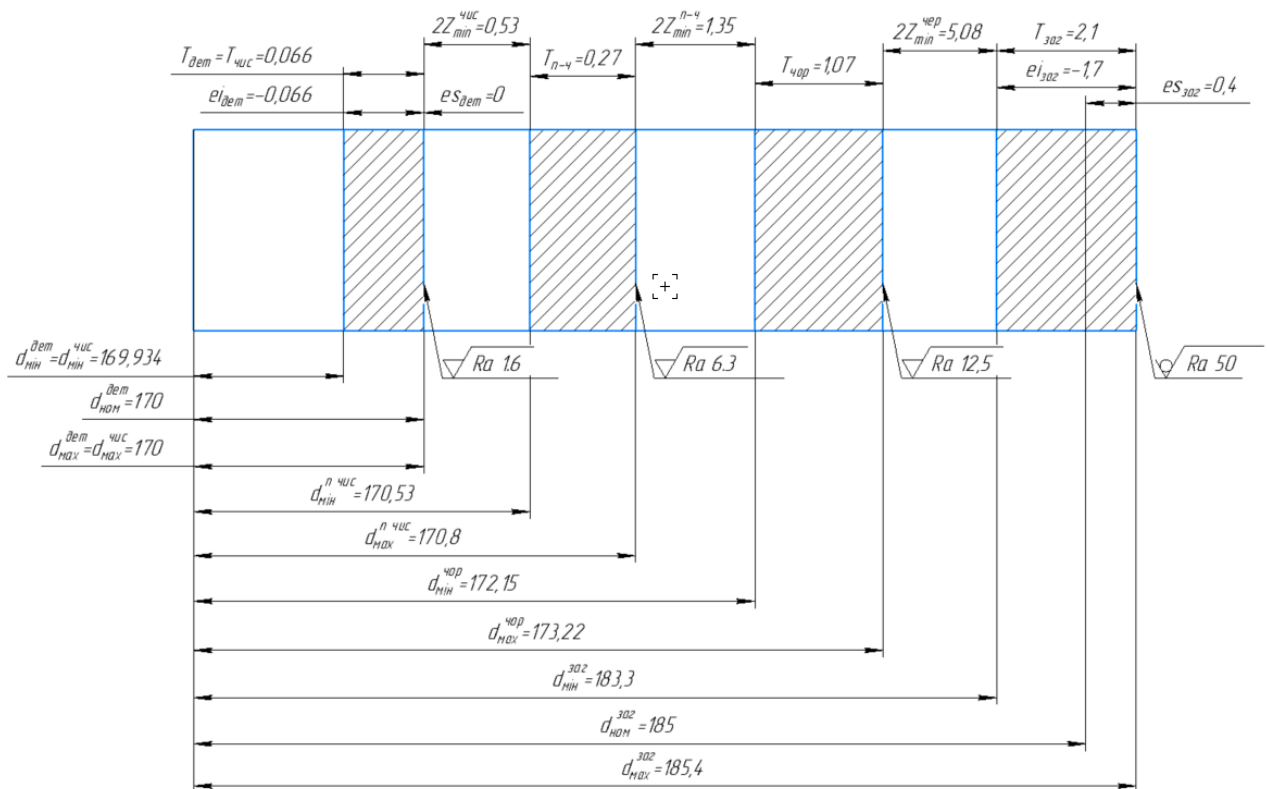


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\varnothing 170h8$ мм

Порівнюючи розмір, визначений аналітичним методом та за допомогою ГОСТ робимо висновок, що вони майже не відрізняються, тому розрахунки проведені вірно.

6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, а саме докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиків, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередня розмірна зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

У цьому пункті було обрано токарну та фрезерну операції з ЧПК операції:

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схема базування заготовки на токарній операції 025 приведена на рисунку 6.2:

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

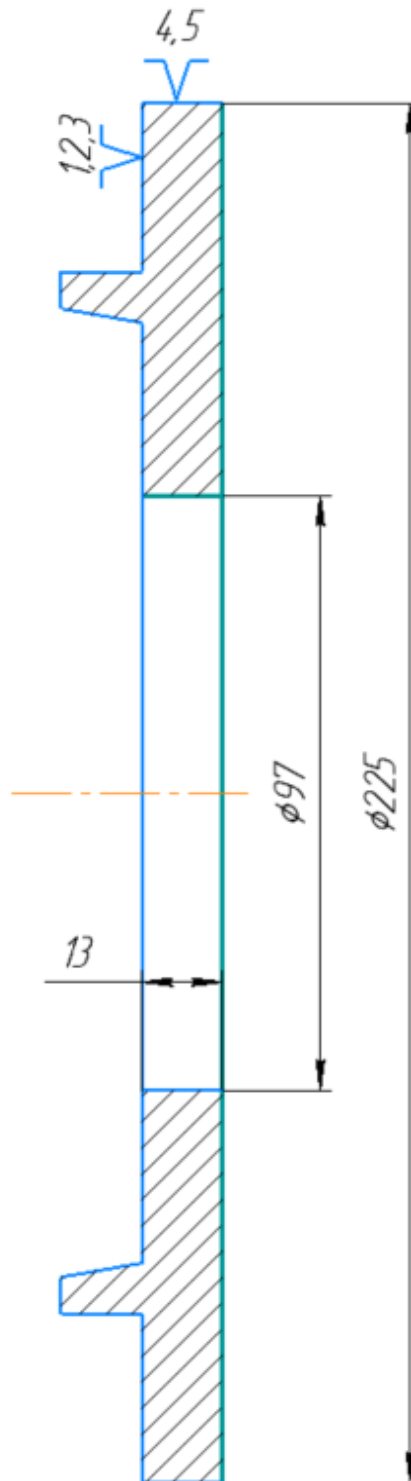


Рисунок 6.2 – Схема базування на токарній операції 025

Дана схема передбачає установчу та подвійно опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності. Установчою базою буде торець 225, який позбавить деталь 3 ступенів вільності і зовнішня циліндрична поверхня 225 буде подвійною опорною базою.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідності.

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

Таблиця 6.3 - 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	

Операція 045 – фрезерна з ЧПК.

Схеми базування заготовки на фрезерній операції 045 приведені на рисунках 6.3-6.4:

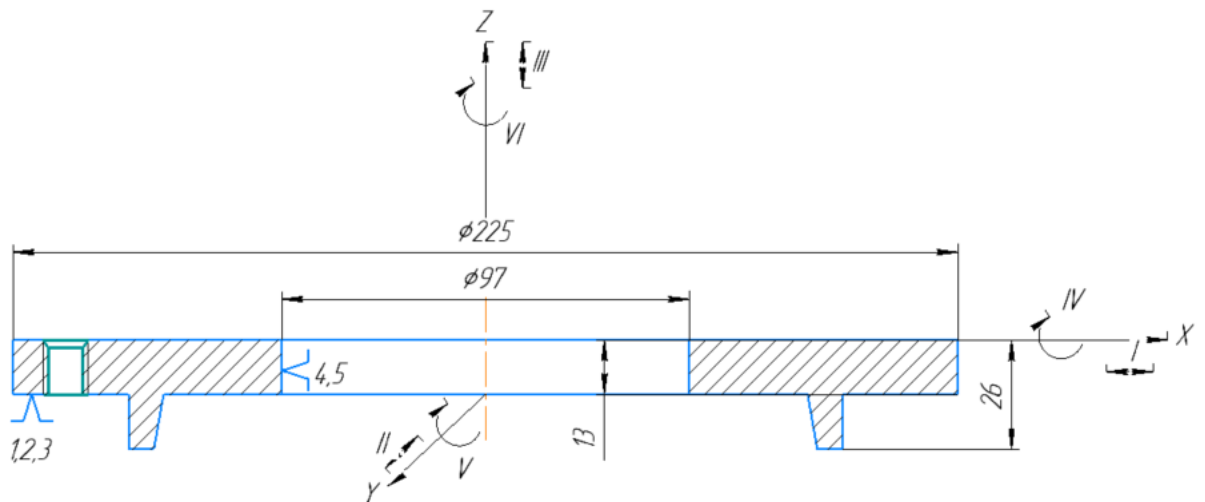


Рисунок 6.3 - Схема установки заготовки в 3х кулачковий патрон за торець 225 і отвір діаметром 97

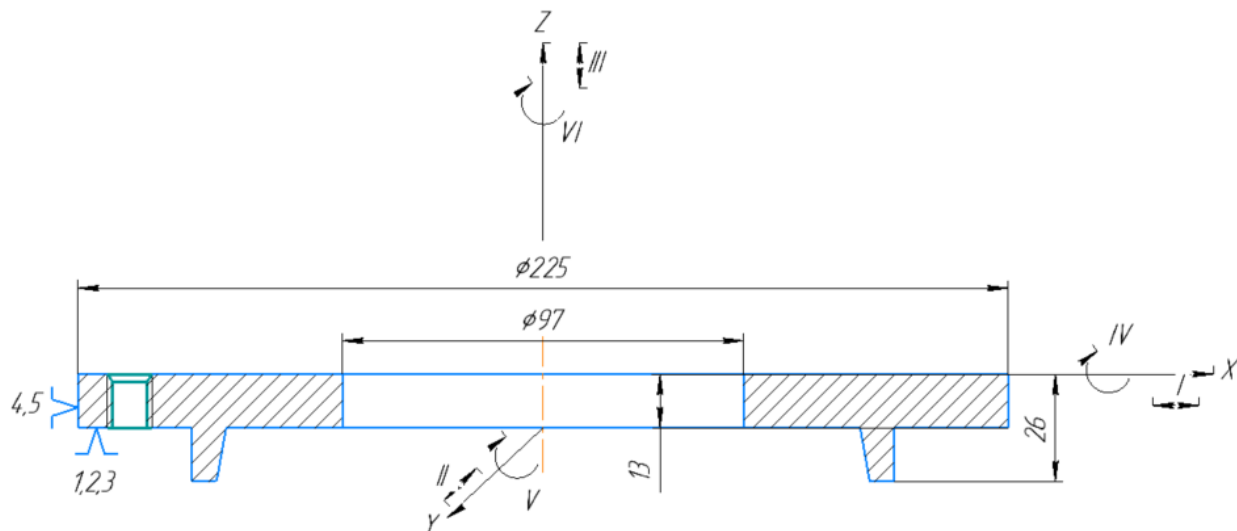


Рисунок 6.4 - Схема установки заготовки в 3-х кулачковый патрон за торець 225 і зовнішню поверхню 225

Як варіанти базування можна запропонувати два варіанти обидва використовуючи 3-х кулачковий патрон: заготовка встановлюється за торець 225 і отвір діаметром 97 (рис.6.3) та заготовка встановлюється за торець 225 і зовнішню поверхню 225 (рис.6.4).

В обох випадках установчою базою буде торець 225, у першому подвійно опорною буде отвір діаметром 97, у другому подвійно опорною буде зовнішня циліндрична поверхня 225. Таблиця відповідності і матриця зв'язків будуть однаковими для обох варіантах базування.

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідності.

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

Таблиця 6.5 - 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	

З точки зору зручності обробки виберу схему установки заготовки в 3х кулачковий патрон за торець 225 і отвір діаметром 97.

6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів

Оскільки тип виробництва – дрібносерійний, то доцільно використовувати верстати з ЧПК, що дозволить пришвидшити процес виготовлення деталей, та підвищити точність обробки.

Для операції 025 пропоную токарний верстат з ЧПК – HAAS TL-1. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Технічна характеристика верстата мод. HAAS TL-1

Макс діаметр встановлюваний над станиною, мм	508
Діаметр точіння над супортом, мм	279
Відстань між центрами, мм	762
Вісь-Z, мм	762
Вісь-X, мм	203
Конус шпинделя	A2-5
Потужність на шпинделі, кВт	7,5
Частота обертання шпинделя, об/хв.	1800
Система ЧПК	Haas
Масса, тонн	2,2

					TM 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Використання верстату з ЧПК дозволяє зменшити час виготовлення деталі, шляхом автоматичної обробки деталі верстатом за програмою.

На операції 045 – виходячи з аналізу деталі, обираю фрезерний верстат з ЧПК HAAS Mini Mill. Верстат дозволяє забезпечити продуктивність для обраного типу виробництва, конфігурації та точності розмірів, технічних вимог щодо якості оброблених поверхонь заготовки. Потужність верстата достатня для виконання операції із використанням різних режимів різання. Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 6.7, по [9].

Таблиця 6.7 – Технічна характеристика верстата мод. HAAS Mini Mill

Висота, мм	2489
Ширина, мм	1981
Глибина, мм	2034
Вага, кг	1543
Робочий простір, мм	406 x 305 x 254
Швидкість шпинделя, об/хв	6000
Автоматичний пристрій зміни інструменту на 10 гнізд	
Векторний привід, кВт	5,6
Конус	ISO 40

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Операція 025 – токарна з ЧПК.

Для установки і закріплення деталі «Кришка» на операції 020 в якості пристроїв використовуємо трьохкулачковий патрон А2-5.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі ріжучі інструменти, взамін інструментів з напайними пластинами:

- Різець токарний прохідний упорний MCLNR2525M12 з T5K10 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

- Різець токарний розточний S20R-SCLCR12 - для точіння внутрішніх поверхонь.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 ТУ 38 - 101197 - 76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в різцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 020 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент:

- Штангенциркуль ШЦ-III -0-400-0,1-1 ДСТУ 166-89;

Операція 045 - фрезерна.

Вибір верстатного пристосування.

Вибір верстатного пристосування залежить від типу виробництва, такту випуску і коефіцієнта завантаження верстата, від прийнятої схеми базування заготовки, від можливості забезпечення точнісних вимог операції і від обраного верстата.

В даний час заготовка обробляється з використанням трьохкулачковго патрона. Застосування спеціалізованого пристосування з механізованим приводом, дозволить знизити трудомісткість операції, зменшити штучний час, підвищити стабільність точнісних параметрів операції.

Вибір металорізального та допоміжного інструментів

Вибір інструмента залежить від таких факторів: моделі верстата; методу обробки; матеріалу заготовки, її розмірів і конфігурації; необхідної точності обробки і шорсткості оброблених поверхонь; типу виробництва (одиничне, серійне, масове).

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір інструмента починають з вибору матеріалу ріжучої частини в залежності від матеріалу заготовки, етапу обробки, її термічної обробки.

Оскільки оброблювана заготовка виготовлена зі сталі 20Х13 ДСТУ 4738-07, то в якості матеріалу для ріжучої частини приймемо твердий сплав для фрез і швидкорізальну сталь для осьового інструменту, які за більшістю критеріїв підходить і для обробки цього матеріалу [12 - 15].

Для обробки даної заготовки на фрезерному верстаті вибираємо наступний ріжучий і допоміжний інструмент:

Для свердління центрових отворів - два свердла центровочних комбінованих з швидкорізальної сталі Р6М5 Ø6,3 2317-0020 по ГОСТ 14952-75; для установки в верстат свердел - необхідно два патрона цангових 191-113-050 по ГОСТ 25557-82. Сверло спіральне d8; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82.

Сверло спіральне d8,5; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82.

Сверло спіральне d14; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82.

Зенковка конічна, Р6М5 ГОСТ 1453-80.

Короткий мітник з прохідним хвостовиком для метричної різьби М10-7Н, Р6М5, ГОСТ 3266-81.

Вибір контрольно-вимірювального інструмента

Для серійного виробництва характерне застосування універсальних вимірювальних інструментів [12]. На даній операції необхідно перевірити шорсткість оброблених поверхонь згідно ескізу, перевірити діаметральні розміри. Для контролю цих параметрів вибираємо такі контрольно-вимірювальні інструменти:

- Штангенциркуль ШЦ-II ДСТУ 166-73.
- Різьбова пробка під М10-7Н ДСТУ 17756-72.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

6.5 Розрахунки режимів різання

Вихідні дані:

- оброблювані поверхні: отвори $\varnothing 8,5$, М10-7Н
- ($R_a = 6,3$ мм);
- оброблюваний матеріал: сталі 20Х13;
- заготовка – поковка штампуванням на КГШП;
- верстат фрезерний 6Т13.

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

Вибір подачі :

$$S_{ZT} = 0,09 \text{ (мм/зуб);}$$

Вибране значення подачі коректую з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SU} \cdot K_{SZ} \cdot K_{SL} \quad (8)$$

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.

$$S_Z = 0,09 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,09 \text{ (мм/зуб);}$$

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

$$S \text{ (мм/об)} = S \text{ (мм/зуб)} * Z \quad (9)$$

де: Z - кількість зубів фрези.

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

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

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

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв.)} \quad (10)$$

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 6.8.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.8 - 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
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 обертів шпинделя n_T :

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв)} \quad (11)$$

9Н14

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

$$n_{T \text{ СВ}} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 9} = 850 \text{ (об/хв)}$$

М10-7Н

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

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

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

$$n_{T \text{ Р/Н}} = \frac{1000 \cdot 8,4}{3,14 \cdot 10} = 268 \text{ (об/хв)}$$

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корегування вибраних режимів з врахуванням поправочних коефіцієнтів

Таблиця 6.9 - Розрахункові і фактичні режими різання.

Стадія	$S_{OP}, мм/об$	$S_{MФ}, мм/хв$	$V_P, м/хв$	$V_Ф, м/хв$	$N_P, кВт$	$P_P, Н$	$n_Ф, об/хв$
9Н14							
Центрування	0,07	100	24,24	22	0,22	708	1400
Свердлення	0,25	250	28,8	28,3	0,90	2755	1000
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
Різьбонарізан ня	-	-	10	10,2	0,18	1885	325

Формули корегування табличних значень режимів різання:

Подача:

$$S_{OP} = S_{OT} \cdot K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM} \quad (12)$$

де: $K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM} = 1,0$ – поправочні коефіцієнти. [Л2 к53]

9Н14

Для центрування: $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07 \left(\frac{мм}{об}\right)$;

Для свердління: $S_{OP} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,25 \left(\frac{мм}{об}\right)$;

М10-7Н

Для центрування: $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Для свердління: $S_{OP} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,25 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Для зенкування : $S_{OP} = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,05 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Швидкість:

$$V_p = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{V\Pi} \cdot K_{VИ} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW} \quad (13)$$

Вибір коефіцієнтів: [Л2 к53]

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

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

$K_{V\Pi} = 1,2$ 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).

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

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

$K_{VL} = 1,0$ коеф. довжини робочої частини РІ.

Для полегшення розрахунків зводимо всі коефіцієнти до одного:

$$\begin{aligned} K_V &= K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{V\Pi} \cdot K_{VИ} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW} = \\ &= 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2 \end{aligned}$$

9Н14

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

Для свердління : $V_p = 24 \cdot 1,2 = 28,8$ (м/хв);

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

М10-7Н

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

Для свердління : $V_p = 24 \cdot 1,2 = 28,8$ (м/хв);

Для зенкування : $V_p = 15,2 \cdot 1,2 = 18,48$ (м/хв);

Для різьбонарізання : $V_p = 8,4 \cdot 1,2 = 10$ (м/хв);

Розрахункова частота обертання шпинделя :

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв)} \quad (14)$$

9Н14

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

Для свердління : $n_p = \frac{1000 \cdot 28,8}{3,14 \cdot 9} = 1019$ (об/хв);

М10-7Н

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

Для свердління : $n_p = \frac{1000 \cdot 28,8}{3,14 \cdot 8,5} = 1079$ (об/хв);

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

Для різьбонарізання : $n_p = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 10} = 318$ (об/хв);

Розрахунок хвилинної подачі S_m (мм/хв);

$$S_m = S_o \cdot n_p \quad (15)$$

9Н14

Для центрування : $S_m = 1544 \cdot 0,07 = 108$ (мм/хв);

Для свердління : $S_m = 1019 \cdot 0,25 = 255$ (мм/хв);

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

М10-7Н

Для центрування : $S_m = 1544 \cdot 0,07 = 108$ (мм/хв);

Для свердління : $S_m = 1079 \cdot 0,25 = 270$ (мм/хв);

Для зенкування: $S_m = 453 \cdot 0,05 = 23$ (мм/хв);

Для різьбонарізання : ---

Корегую розрахункову частоту обертання шпинделя за паспортом верстата:

9Н14

Для центрування : $n_\phi = 1400 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

Для свердління : $n_\phi = 1000 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

М10-7Н

Для центрування : $n_\phi = 1400 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

Для свердління : $n_\phi = 1000 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

Для зенкування : $n_\phi = 500 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

Для зенкування : $n_\phi = 325 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$;

Корегую хвилинну подачу по станку:

9Н14

Для центрування : $S_{\text{мф}} = 100 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right)$;

Для свердління : $S_{\text{мф}} = 250 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right)$;

М10-7Н

Для центрування : $S_{\text{мф}} = 100 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right)$;

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для свердління : $S_{\text{мф}} = 250 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right)$;

Для зенкування: $S_{\text{мф}} = 25 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right)$;

Для різьбонарізання : ---

Знаходжу фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right); \quad (16)$$

9Н14

Для центрування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1400}{1000} = 22 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

Для свердління : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 1400}{1000} = 28,3 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

М10-7Н

Для центрування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1500}{1000} = 22 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

Для свердління : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 1000}{1000} = 26,7 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

Для зенкування : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 500}{1000} = 20,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

Для різьбонарізання : $V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 325}{1000} = 10,2 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right)$;

6.6 Технічне нормування операцій

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

$$T_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + t_{\text{п.з}} / n \quad (17)$$

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

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

n – кількість деталей в партії, шт.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В свою чергу, штучний час дорівнює:

$$t_{шт} = t_o + t_d + t_{обс} + t_{вдп}, \quad (18)$$

де t_o – основний час на операцію, хв.;

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:

$$t_d = t_{уст} + t_{уп} + t_{вим}, \quad (19)$$

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

$t_{уп}$ – 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:

$$t_{обс} + t_{вдп} = (t_o + t_d) \cdot [(\alpha + \beta) / 100], \quad (20)$$

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

В п. 5.4 цієї роботи визначені елементи режимів різання й основний час по переходах й на операцію 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;

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

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

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Додатковий час на обслуговування робочого місця і відпочинок робочого визначаємо як 6% от оперативного часу:

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

Таким чином, штучний час становить:

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

Підготовчо-завершальний час на операцію становить [5]:

$$t_{п.з} = 20 + 6 = 26 \text{ хв.}$$

Тоді штучно-калькуляційний час становить

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

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Обґрунтування вибору верстатного пристрою

Розглянемо проектуванні спеціального верстатного пристрою для операції свердління 6 отворів діаметром 14 мм. деталі «Кришка ЦНА 60-145.1000.10.»

В минулих пунктах роботи був обраний 3-х кулачковий патрон для базування деталі на операції 045 фрезерна. В шостому пункті було обґрунтовано вибір саме цього пристрою.

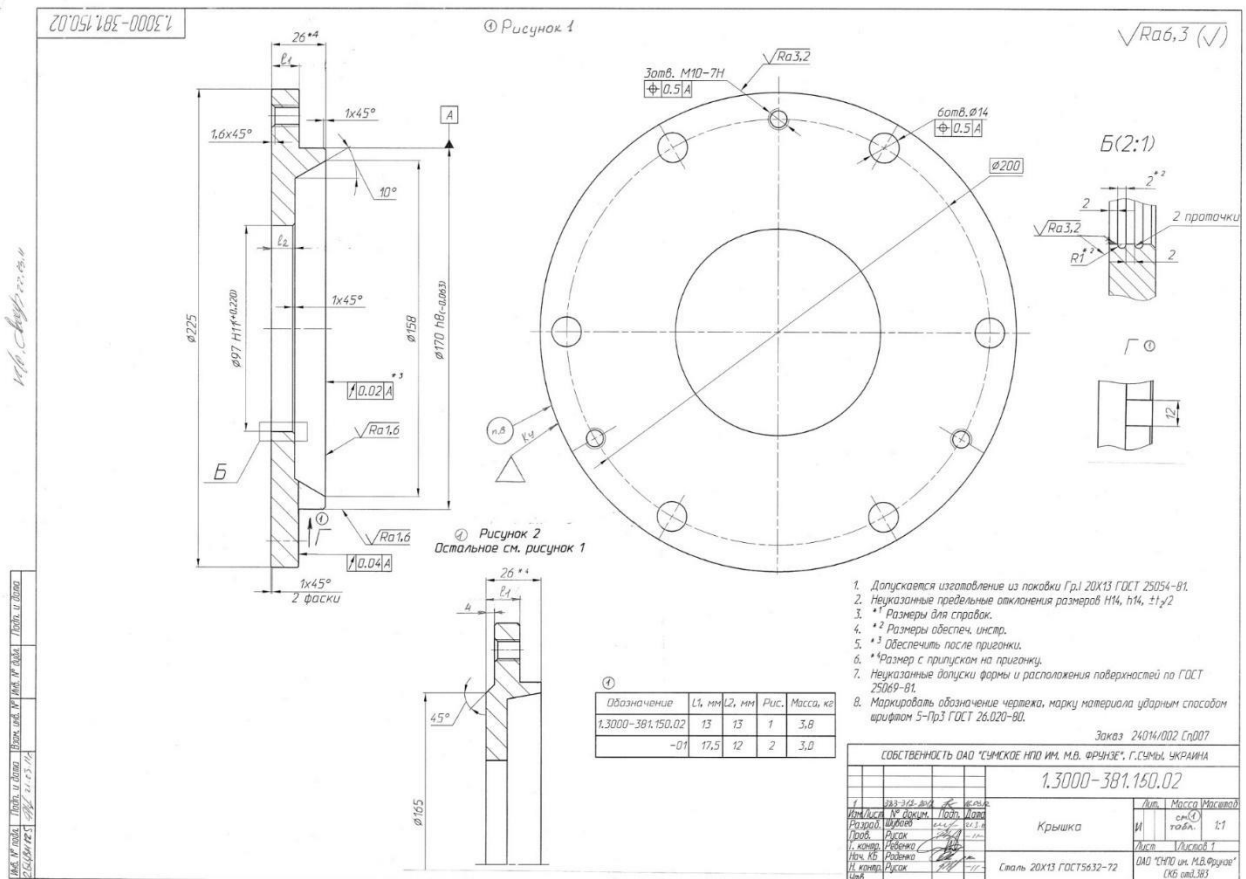


Рисунок 7.1 – креслення деталі «Кришка»

7.2 З'ясування кількісних та якісних даних про заготовку що надходить на операцію. Аналіз точності поверхні, які можуть бути базовими

Точність розмірів

На даній операції повинні формуватися 6 отворів діаметром $\varnothing 14$ повинна бути оброблена з точністю IT14.

$$T_{\varnothing 14} = 430 \text{ мкм}$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 19510022-00 ПЗ				

Точність форми

$$T_{\theta_{\phi 14}} = 0,3 \cdot 430 = 109 \text{ (мкм)}.$$

Згідно приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\theta_{\phi 14}} = 110 \text{ (мкм)},$$

що відповідає 11 ступеню точності.

Точність розташування

На кресленні задане значення радіального биття (сумарного допуску розташування та форми) зовнішньої циліндричної поверхні $\phi 14$:

$$T_{\nabla_{\phi 14}} = 0,5 \text{ мм} = 500 \text{ (мкм)}.$$

Визначаємо, що це відповідає 14 ступеню точності.

Ступінь шорсткості

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що зазначена на кресленні, має значення $R_a = 6,3 \text{ мкм}$

Базування заготовок у пристроях:

Аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових:

Для даної деталі (Рисунок 7.1) самим простим варіантом буде затискання її в трьох кулачковому патроні за діаметр 170

На наступних етапах розроблення та обґрунтування схеми базування вибираємо базову поверхню, що позбавляє встановлювану заготовку найбільшої

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількості ступенів свободи (головну базову поверхню). Потім здійснюємо вибір інших базових поверхонь.

Точність розмірів

Відповідно до креслення зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 170h8$ оброблений по IT8.

$$T_{\varnothing 170} = 68 \text{ мкм. } T_{\varnothing 170} = 68 \text{ мкм.}$$

Довжина циліндричної поверхні $13 \pm 0,04$ мм. Відношення $l/d < 2$, що свідчить про неможливість використання отвору як подвійної напрямної технологічної бази.

Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 170h8$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності (ДСТУ 2498-94) і нормується за ГОСТ 24643-81

Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах допуску на розмір:

$$T_{\varnothing} \varnothing 170 = 0,3 \cdot 68 = 24 \text{ (мкм).}$$

Аналогічно розглянемо торець циліндричної поверхні $\varnothing 170h8$. Розрахункове значення допуску площинності зазначеного торця дорівнює:

$$T_{\perp} \varnothing 170 = 0,6 \cdot 68 = 40 \text{ (мкм),}$$

при цьому найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\perp} \varnothing 170 = 40 \text{ мкм,}$$

що відповідає 7 ступеню точності.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точність розташування

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю $\varnothing 170h8$

$$T_L \varnothing 170 = 0,6 \cdot 68 = 40 \text{ (мкм)},$$

Ступінь шорсткості

Шорсткість циліндричної поверхні $\varnothing 170h8$, зазначена на кресленні, має значення $R_a = 1,6$ мкм. Це відповідає вимогам з точності, що висувають до базових поверхонь.

7.3 Розробка та обґрунтування схеми базування

У проєктованому пристрої планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме таких розмірів та із зазначеними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристрою повинні перебувати лише в межах допусків зазначених розмірів.

Вибір подвійної напрямної базової поверхні

Із усього комплексу поверхонь, що утворять заготовку, на головну базову поверхню може претендувати циліндрична поверхня $\varnothing 170h8$. На її користь свідчить таке:

- вона найбільш точно оброблена: IT8, $T_{\varnothing 170} = 68$ мкм;
- вона досить чисто оброблена: шорсткість її поверхні

$$R_a = 1,6 \text{ мкм};$$

Циліндрична поверхня $\varnothing 170h8$, будучи прийнятою в якості головної базової, позбавляє заготовку трьох ступенів свободи, тобто є установчою базою.

Вибір опорної базової поверхні

$$\varepsilon_{\varnothing 170} = 0$$

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 - однобічні зв'язки

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Спосіб реалізації	Реакція		R	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}			\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}

7.4 Розрахунок сил закріплення

Із закріпленням заготовки, для її надійної фіксації, має виконуватись умова: $M_{тр} > M_{кр}$, або з урахуванням коефіцієнта запасу $k_{зап}$, який враховує умови закріплення.

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot k_{зап}$$

де $M_{тр}$ – момент тертя;

$M_{кр}$ момент різання;

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot r, \quad (7.1)$$

де r – радіус закріплення заготовки, $r = 170$ мм;

$F_{тр}$ – сила тертя;

$$F_{тр} = W \cdot f, \quad (7.2)$$

де W – сила закріплення;

f – коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з кулачками, при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування. $f = 0,16$ по [12, с.85].

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Момент різання $M_{кр}$ розраховується за формулою:

$$M_{кр} = P_3 \cdot R, \quad (7.3)$$

де P_3 – сила закріплення;

R – радіус поверхні різання $R = 225$ мм;

Коефіцієнт запасу розраховується по формулі:

$$k_{зап} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (7.4)$$

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, $k_1 = 1$ – для чистової обробки;

k_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, по [12, с.84], $k_2 = 1$;

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 пневмоциліндрів подвійної дії $k_4 = 1$;

k_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $k_5 = 1$;

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

$k_{зап} = 1,5$ – оскільки розрахункове значення коефіцієнта запасу K виявилось менше 2,5, приймаємо значення $K = 2,5$.

Спираючись на попередні формули, отримуємо:

$$F_{тр} \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап},$$

$$P_3 \cdot f \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}$$

де P_z – сила різання;

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (7.5)$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 3000 \cdot 1^1 \cdot 0,74^{0,75} \cdot 265^{-0,15} \cdot 0,9 = 932,8 \text{ Н}$$

Виконуючи математичні операції над попередніми формулами, отримуємо формулу для обчислення сили закріплення W

$$W = \frac{P_z \cdot R \cdot k_{\text{зан}}}{f \cdot r}, \quad (7.6)$$

$$W = \frac{932,8 \cdot 225 \cdot 2,5}{0,2 \cdot 170} = 15432,35 \text{ (Н)}$$

Визначимо силу на штоці Q з урахуванням передаточного пристрою - клинної муфти.

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

де: W – сила закріплення;

i_c – передаточне відношення сил, що залежить від кута α , при $\alpha=15^\circ i_c=1,9$.

$$Q = \frac{15432,35}{1,9} = 8122,28 \text{ (Н)}$$

Сила на штоку, для пневмоциліндрів двосторонньої дії при подачі стисненого повітря в штокову порожнину, визначається за формулою:

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

де: Q – сила на штоці, $Q=8122,28$ Н;

d – діаметр штока, $d=56$ мм;

D – діаметр пневмоциліндра (поршня);

p – тиск стисненого повітря, $p=0,4$ МПа;

η – к.к.д. що враховує втрати в пневмоциліндрі, $\eta=0,85$

Спираючись на попередню формулу, отримуємо формулу розрахунку діаметра поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p \cdot \pi \cdot \eta} + d^2},$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 8122,28}{0,4 \cdot \pi \cdot 0,85} + 56^2} = 183,17 \text{ мм}$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18510172-00 ПЗ				

Беремо найближчий більший стандартний діаметр пневмоциліндра двосторонньої дії $D_{\phi} = 180$ мм.

Визначаємо фактичну силу закріплення: $W_{\phi} = W_{\text{розр}} = 15432,35$ Н.

Визначаємо фактичну силу на штоці:

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (180^2 - 56^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85}{4} = 7814,52 \text{ (Н)}$$

Дана сила перевищує необхідну для зажиму заготовки силу, отже, спроектований верстатний пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

7.5 Розрахунки точності пристрою

Знайдемо допустиму похибку виготовлення по радіальному биттю за (формулою 1):

$$\varepsilon_{i\theta} = \delta_{\phi 40} - \check{E}_{\delta} \sqrt{(\check{E}_{\delta 1} \cdot \varepsilon_{\lambda \phi 40})^2 + \varepsilon_{\lambda \phi 40}^2 + \varepsilon_{\delta \phi 40}^2 + \varepsilon_{i \phi 40}^2 + \varepsilon_{\varepsilon \phi 40}^2 + (\check{E}_{\delta 2} \cdot \omega_{\phi 40})^2 + \varepsilon_{i \zeta \phi 40}^2} \quad (1)$$

де $T_{\square \phi 14} = 500$ мкм;

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

$K_{T1} = 0,85$; (коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування. Якщо похибка базування дорівнює нулю, то й $K_{T1} = 0$. У протилежному випадку $K_{T1} = 0,8 - 0,85$;))

$$\varepsilon_{\delta \phi 170} = 0$$

$\varepsilon_{\lambda \phi 170} = 24$ мкм, (для чисто обробленої базової поверхні $\phi 170$ при установці в трьохкулачковий патрон);

$$\varepsilon_B = 10 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\Pi} = 0$ (у зв'язку з відсутністю напрямних елементів);

$$\varepsilon_i = 0$$

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{T_2} = 0,6$$

$$\omega = 11 \text{ мкм ;}$$

$$\epsilon_{\text{поз}} = 20 \text{ мкм (похибка позиціювання відповідно до паспорта верстата).}$$

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$500 - 1,2 \sqrt{0^2 + 24^2 + 0^2 + 0^2 + 10^2(0,6 * 11) + 20^2} = 451,4$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття трьох кулачкового патрона:

$$+\epsilon_{\text{пр}097} = 451,4(\text{мкм})$$

7.6 Опис пристрою та принципу його роботи

Токарний патрон — основний елемент устаткування токарного верстата, затискний пристрій, що закріплює заготовки на шпинделі. Застосування патронів дозволяє проводити обробку на високих швидкостях обертання, забезпечує точність монтажу і необхідне зусилля затиску.

Даний інструментальний елемент виготовляється з міцних марок чавуну або загартованої інструментальної сталі, має різні варіанти виконання, що надає широкі можливості для обробки деталей різної конфігурації.

Найбільш поширений самоцентруючий трикулачковий патрон. Кулачки переміщуються одночасно за допомогою диска зі спіраллю Архімеда. У витки цієї спіралі своїми нижніми виступами вставлені кулачки. На задній частині диска нарізане конічне колесо, до якого з'єднані три конічні шестерні. При повороті одного з них ключем конічне колесо диска також повертається і за допомогою спіралі переміщує всі три кулачки по пазах гільзи одночасно і рівномірно; в залежності від повороту в ту чи іншу сторону кулачки наближаються або віддаляються від центру, відповідно затискаючи або відпускаючи деталь. Кулачки зазвичай виготовляють триступневими, їх гартують для підвищення зносостійкості.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 – дрібно серійний, форма організації робіт – групова;
4. вибраний раціональний спосіб отримання заготовки – поковка штампуванням на КГШП;
5. обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки на токарній 020 та фрезерній операції 045;
6. вибрано металорізальне обладнання на операції;
7. вибрано технологічне оснащення на операції;
8. виконаний розрахунок режимів різання і технічне нормування фрезерної операції;
9. розроблене креслення заготовки та технічні вимоги до неї;
10. розроблений маршрутний технологічний процес виготовлення деталі
11. розроблено креслення операційних наладок

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Марочник сталей и сплавов [Текст] : справочник / Под ред. В.Г. Сорокина. – М. : Машиностроение, 1989. – 640 с..
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : учеб. пособ. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск : Высшая школа, 1983. – 256 с.
3. ГОСТ 7829-70 «Поковки з вуглецевої і легованої сталі, що виготовляються куванням на молотах. Припуски і допуски».
4. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : справочник. В 2-х т. Т.2 / Под ред.: А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с.
5. Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ [Текст]: Серийное производство. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.
6. 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.
7. Методические указания по расчету припусков, межопе рациональных размеров и размеров заготовок с применением ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальностей 0501 и 0636 дневной и вечерней форм обучения / сост.: В. Г. Евтухов, А. У. Захаркин. – Харьков : ХПИ, 1986. – 18 с.
8. Методические указания к выполнению расчетов на ЭВМ параметров режима резания при полустовом и чистовом точениях для студентов специальности 0501 / сост.: В. А. Залого, С. В. Швец. – Харьков : ХПИ, 1983. – 24 с.

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів із технології машинобудування: у 2 частини нах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

10. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів із технології машинобудування: у 2 частини нах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

11. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / под ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйш. школа, 1987. – 255 с.

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

13. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. – Т. 1 – 656 с.

14. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. – Т. 2 – 496 с.

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

16. 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

					ТМ 19510022-00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.
18. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, В. В. Данилевского. – М. :Машиностроение, 1984. – Т. 2. – 656 с.
19. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник. – 7-е изд., перераб. И доп. – М. : Машиностроение, 1979. – 303 с.
20. Точность и производственный контроль в машиностроении : справочник / под ред. А. К. Кутая, Б. М. Сорочкина. – Л. : Машиностроение, 1983. – 368 с.
21. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля / И. М. Дунаев, Т. П. Скворцов, В. Н. Чупырин. – М. : Машиностроение, 1981. – 191 с.

					<i>ТМ 19510022-00 ПЗ</i>	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		