

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

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення корпусу МН 5.893.700

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-71К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Набеба М.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2021 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ МН 5.893.700

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Набеба М.Т.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Форма № Н-9.01

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Іванов
«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Набеба Марсель Танович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення корпусу МН 5.893.700*

керівник проекту *Приходько О.М.*

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2021 року №07-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 14 » червня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «Корпус МН 5.893.700»

Річний обсяг випуску деталей – 5000 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	27.04.2021	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	29.04.2021	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	30.04.2021	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	02.05.2021	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	04.05.2021	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	19.05.2021	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установа і закріплення заготовки</i>	25.05.2021	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	28.05.2021	
9	<i>Оформлення креслень</i>	29.05.2021	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	05.06.2021	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	08.06.2021	

Студент

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(підпис)

Набеба М.Т.

(прізвище та ініціали)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 62 с., 17 табл., 14 рис., 56 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – Корпус МН 5.893.700

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення корпусу МН 5.893.700.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: токарна з ЧПК та багатоцільова з ЧПК. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування, карта налагодження, верстатний пристрій з гідроприводом та маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу МН 5.893.700.

**КОРПУС, МІКРОСКОП, ПРИВОД, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИПУСКИ,
СХЕМА БАЗУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, КОМБІНОВАНИЙ ІНСТРУМЕНТ.**

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	9
3 Визначення типу та форми організації виробництва	11
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	15
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	16
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	34
6.5 Розрахунки режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	43
7 Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки	46
Висновки	51
Перелік джерел посилання	52
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Набеба М.Т.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Приходько О.М.</i>				4	62
<i>Н. Контр.</i>		<i>Динник О.Д.</i>			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу МН 5.893.700</i> <i>КІ СумДУ, ТМ-71</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Іванов В.О.</i>					

ВСТУП

Вищою метою економічної ступені нашої країни було і залишається неухильне піднесення матеріального і культурного рівня життя народу. Реалізація цієї мети вимагає прискорення соціально-економічного розвитку, всілякої інтенсифікації та підвищення ефективності виробництва на базі науково-технічного прогресу.

Основними завданнями промисловості є забезпечення механізації, паливно-енергетичними ресурсами, машинами, обладнанням і іншими сучасними засобами виробництва. Основними напрямками промисловості є підвищення обсягу капітальних вкладень, спрямованих на розвиток машинобудівного комплексу, збільшення випуск продукції машинобудування і металообробки, широке впровадження верстатів з ЧПУ, гнучких переналагоджуваних виробництв і системи автоматизованого проектування, розвиток спеціалізованих виробництв інструменту, збільшення випуску продукції машинобудування, скорочення термінів розробки і освоєння нової техніки.

При дипломному проектуванні особлива увага приділяється самостійній роботі студента з метою розвитку ініціативи у вирішенні технічних і організаційних завдань, а також детального аналізу існуючих технологічних процесів. Основне завдання при цьому полягає в тому, щоб при роботі над дипломним проектом були винесені пропозиції щодо вдосконалення існуючої технології, оснащення виробництва. Для виконання цього завдання необхідно поліпшити і вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і засобів на підставі аналізу і зіставлення якісних показників, дати свої пропозиції щодо застосування прогресивної техніки.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		5

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

Електронний мікроскоп РЕММА – 202М призначений для отримання зображення високої роздільної здатності та виконання рентгенівського мікроаналізу, для отримання якісних та кількісних характеристик досліджуваних об'єктів. Прилад використовується в оптико-мікроелектроніці в напівпровідникової техніки, в технології машинобудування, хімії, геології, біології та в інших галузях.

Мікроскоп є стаціонарним лабораторним приладом. Він призначений для дослідження топографії (мікрогеометрії поверхні твердого тіла методом вторинної емісії і елементного складу методом рентгеноспектрального аналізу в мікрооб'ємах сплавів, руд та інших об'єктів).

Мікроскоп являє собою прилад, який поєднує функції растрового електронного мікроскопа і рентгенівського мікроаналізатора.

Далі розглянута робота мікроскопа в режимі спостереження зображення у вторинних електронах і режимі рентгенівського мікроаналізатора.

Принцип дії мікроскопа в режимі вторинних електронів складається в наступному.

Електрони зонда, входячи в речовину об'єкта, відчувають пружне і не-пружне розсіювання, утворюючи область взаємодії. Первинні електрони при взаємодії з валентними електронами повідомляють їм енергію достаню, щоб подолати потенційний бар'єр метал-вакуум і викликають випромінювання повільних вторинних електронів з енергією від 0 до 50 eV. Повільні вторинні електрони уловлюються приймачем типу сцинтилятор (ФЕЦ) і перетворюються в електричний сигнал. Величина сигналу визначається струмом зонда, топографією поверхні, елементним складом, кристалографічною структурою або іншими властивостями об'єкта. Принципова схема мікроскопа представлена на малюнку 1.1. Пучок електронів, емітованих катодом 1,

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090042-00 ПЗ

Поверхня 3 - внутрішня циліндрична поверхня Ø142H7, визначає положення деталі у вузлі в радіальному напрямку, є основною конструкторською базою.

Поверхня 4 - Внутрішня циліндрична виточка, вільна поверхня, утворює внутрішній об'єм камери об'єктів.

Поверхня 5 - 4 різьбових отвори M2, призначені для гвинтів, що кріплять полюсний наконечник.

Поверхня 6 - дно циліндричної розточення Ø142H7, призначене для герметизації внутрішнього обсягу камери об'єктів.

Поверхня 7 - радіальний ступеневий отвір, призначений для базування в корпусі шлюзового пристрою.

Поверхня 8 - торцева канавка для ущільнювального кільця, яке герметизує внутрішній обсяг вакуумної колони.

Поверхня 9 - дно циліндричної розточення Ø142H7, призначене для герметизації внутрішнього обсягу вакуумної колони.

Поверхня 10 - плоска торцева поверхня, визначає положення вузла в виробі.

Поверхня 11 - два східчастих отвори, призначені для базування в корпусі гвинтів переміщення полюсного наконечника.

Поверхня 12 - внутрішня циліндрична поверхня Ø142H7, визначає положення вузла в виробі в радіальному напрямку.

Поверхня 13 - різьбові отвори, призначені для кріплення за допомогою гвинтів корпусу до вузла, основна конструкторська база.

Поверхня 14 - циліндричні пази (4 шт.), Вільні поверхні, забезпечують доступ до гвинтів, який скріплює вузол.

Поверхня 15 - радіальний ступеневий отвір, за яким проводиться установка в корпус детектора вторинних електронів.

Деталь «Корпус» входить до вузла механізму переміщення об'єктів.

Механізм переміщення об'єктів призначений для зміни положення аналізованого об'єкта з метою вивчення його поверхні.

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

- механізм переміщення уздовж осі x;
- механізм переміщення уздовж осі y;
- механізм підйому уздовж осі z;
- механізм повороту щодо осі z;
- механізм нахилу щодо осі y;
- механізм упору столика.

Електронно-оптична система приладу 4-х лінзова, включає дволінзовий конденсор і дволінзовий складний об'єктив. Нижня лінза складного об'єктива виконує функцію формування тонкого електронного зонда малого діаметра в широкому діапазоні прискорюють напруг.

Складний об'єктив призначений для формування кінцевого електронного зонда на поверхні масового об'єкта в межах робочої відстані за допомогою нижнього конусного об'єктива.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

За [1], аналізуючи робоче креслення деталі «Корпус» необхідно відмітити, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Для виготовлення деталі «Корпус» використовується залізо-нікелевий сплав з високим вмістом нікелю з особливими магнітними властивостями – сплав 50Н ГОСТ 10994-74.

Механічні властивості матеріалу:

Міцність на розрив	– $\sigma_B=800$ МПа;
Границя текучості	– $\sigma_T=700$ МПа;
Густина	– 8200 кг/м ³ ;
Відносне видовження	– 15%;
Відносне видовження після розриву	– 3%;
Твердість	– 170 НВ.

Хімічний склад та механічні властивості сплаву 50Н ГОСТ 10994-74 наведені в таблиці 2.1 ([6], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54).

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сплав 50Н ГОСТ 10994-74

C	Ni	Si	Mn	S	P	Cu
				не более		
0...0,3	49...50,5	0,15...0,3	0,3...0,6	0,02	0,02	0...0,2

Таким чином, призначений для виготовлення деталі «Корпус» матеріал відповідає службовому призначенню та умовам роботи деталі.

Так, як корпус працює в умовах вакууму і матеріал корпусу не повинен впливати на електронний промінь, то виходячи з цього впливають технічні вимоги корпусу.

Для забезпечення вакууму до елементів корпусу пред'являються виконання технічних вимог:

- 1) площину Г повинна мати площинність 0,035 мм і перпендикулярність до базового діаметрального поясу Д не більше 0,01 мм;
- 2) лівий торець повинен бути паралельний площині Г в межах 0,005 мм.

Ці вимоги викликані, так само, необхідністю уникнення спотворення надсилання електронного променя. Для ідеального сполучення з приєднувальною деталлю, базовий пояс Д виконаний по сьомому квалітету точності (Ø142Н7) - це зроблено для того, щоб забезпечити центрування проходячи-ного електронного променя і деталей, що сполучаються.

Цілком закономірні вимоги перпендикулярності торців отвору Ø24Н9 щодо торця Г і від самого отвору Л (10,03Г і 10,02Л).

Викликає сумнів простановка допуску на кути і, так як для цього буде потрібно спеціальний матеріальний інструмент і пристосовування, що призведе до додаткових витрат за часом і на вартість деталі, хоча кути прив'язані до осей кріпильних отворів.

Шорсткість в основному відповідає квалітетам точності розмірів, але шорсткість лівого торця (паралельно Г) проставлена не зовсім обгрунтовано, хоча в заводському техпроцесі забезпечується бо-леї нижча шорсткість.

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Проставлення розмірів виконана згідно ГОСТ.

Виходячи з технічних вимог, впливають такі технологічні завдання на виготовлення корпусу:

- 1) перед механічною обробкою необхідно відпустити заготовку з метою зняття внутрішніх напружень;
- 2) при виготовленні необхідно забезпечити співвісність базового поясу Д і внутрішніх циліндричних поверхонь;
- 3) забезпечити паралельність торців і перпендикулярність до осей отворів

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Розрахунки типу виробництва проводимо за [8], с.43 – 46. Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 2.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{эф}$	O
005	Токарна з ЧПК	1,32	0,034	1	0,034	25
010	Свердлильна з ЧПК	1,38	0,034	1	0,034	25
015	Свердлильна з ЧПК	1,5	0,038	1	0,038	23
020	Токарна з ЧПК	1,07	0,026	1	0,026	33
	Разом	-	-	4	-	106

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстаті за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 5000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дісний річний фонд часу роботи обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.;

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

					<i>TM 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

$$m_{p005} = \frac{5000 \cdot 1,32}{60 \cdot 3900 \cdot 0,85} = 0,034 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,034}{1} = 0,034$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_z}{n_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,85}{0,034} = 25 \text{ шт}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 2.1

$$\sum O_i = 25 + 25 + 23 + 33 = 106$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

$$K_{зо} = \frac{106}{4} = 26,5$$

Тип виробництва дрібносерійний, так як $20 < K_{зо} = 26,5 < 40$.

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів і більш великими об'ємами випуску.

Дане виробництво є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, і підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування країни.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

$$n = \frac{5000 \cdot 6}{253} = 119 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{5000}{253} = 19,8 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{D_p}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 5000}{253} = 1185 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=6$;

$$T_{\text{ср}} = \frac{19,8}{6} = 3,3 \text{ хв}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

$$Q_{\text{доб}} = \frac{1185}{3,3} \cdot 0,6 = 216 \text{ шт}$$

При порівнянні добового випуску деталей $N_{\text{доб}} = 19,8$ шт. і добової потужності потокової лінії $Q_{\text{доб}} = 216$ шт. бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 20%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії в серійному виробництві не раціонально, тому приймаємо групову форму організації праці.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		19

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Корпус виготовляється зі сплаву 50Н ГОСТ 10994-74. Сплав має гарну оброблюваність, підвищеної магнітної проникністю, найвищим значенням індукції насичення, що забезпечує виконання корпусом його службового призначення. Заміна матеріалу не припустима, тому що деталь працює в умовах прийнятних тільки для цього матеріалу.

Корпус складається, в основному, з простих форм поверхонь: циліндричні, плоскі, гвинтові, але необроблюваних поверхонь на корпусі не може бути, тому що зовнішні поверхні корпусу повинні мати естетичний вигляд, а внутрішні - забезпечити виконання корпусом його функціонального призначення (забезпечити форму проходить електронного променя).

Не технологічним на кресленні корпусу є проставлення биття на ряд поверхонь від діаметра базового паска Д. внутрішній діаметр базового паска Д має протяжність всього 3 мм і використовувати цей діаметр за технологічну базу при виготовленні корпусу неможливо. Очевидно, конструктор задалегідь планує збільшення трудомісткості виготовлення корпусу, так як технологічною базою при виготовленні братиметься інша поверхню більш розвинена. Буде не соблюдатся принцип єдності баз, а значить і буде виникати похибка базування. Взяти за технологічну базу поверхню отвори Ø142Н7 так само не можливо. Слід було б взяти за базову поверхню Ø 165 мм і щодо їй задати биття поверхонь Д і Ø142Н7, в цьому випадку буде соблюдатся принцип єдності баз.

Не технологічним є на кресленні проставлення допусків на кути $60^{\circ} \pm 9'$ і $18^{\circ} \pm 9'$, Так як для цього буде потрібно спеціальне пристосування і вимірювальний інструмент, а в загалом, допуски на розміри призначені вірно, відповідно до заданого деталі службового призначення.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

Дану деталь можна вважати технологічною, її можна обробити на існуючому обладнанні, важкодоступних поверхонь немає.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		21

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Матеріал, з якого виготовляється деталь - сплав 50Н ГОСТ 10994-74 має хімічний склад:

- вуглець - С - не більше 0,03%;
- кремній - Si - 0,15 - 0,30%;
- сірка - S - не більше 0,02%;
- фосфор - Р - не більше 0,02%;
- нікель - Ni - 49 - 50,5%;
- мідь - Cu - не більше 0,2%;
- інше - залізо Fe.

Призначення сплавів, основні технічні характеристики: сплав володіє високою магнітною проникністю, що володіє найвищим значенням індукції насичення з усієї групи залізо-нікелевих сплавів.

Область застосування сплаву: сердечники міжламповий і малогабаритних силових трансформаторів, дросілей, реле і деталей магнітних ланцюгів, що працюють при високих індукціях без підмагнічування або з найбільшим підмагнічуванням.

З огляду на тип виробництва, марку матеріалу, з якого виготовлена деталь, її вік, габарити і конфігурацію, приймаємо в якості способу отримання заготовки метод прокату.

Розглянемо два варіанти отримання заготівки, які суттєво відрізняються операціями виготовлення:

- 1) отримання заготовки з прокату;
- 2) кування на КГШП.

Показники за першим та другим варіантами зводимо в табл.5.1 та 5.2

Ескізи запропонованих варіантів заготовок представлені на рисунках 5.1. та 5.2.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times l, \quad (5.2)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 170^2}{4} \times 55 = 1247757,5 \text{ мм}^3$$

$$m = 1247757,5 \times 8,2 \times 10^{-6} = 10,2 \text{ кг}$$

2) Розглянемо заготовку виготовлену методом кування:

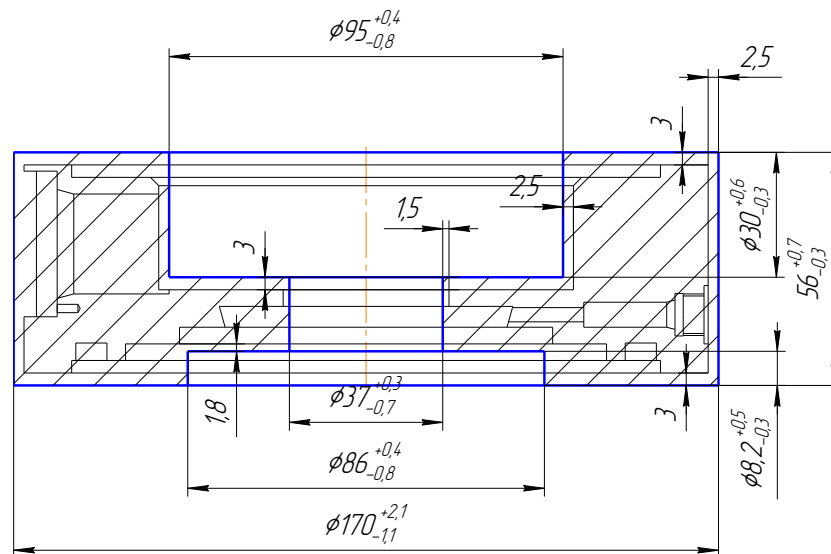


Рисунок 5.2– Ескіз поковки

Таблиця 5.2 – Розрахунок розмірів заготовки

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск	Додатковий припуск	Допуск	Розмір заготовки
Ø165	7	0,8	2,5 × 2	1	+1,7 -1,3	Ø 170 ^{+1,7} _{-1,3}
Ø90	14	0,8	2,5 × 2	1	+1,7 -1,3	Ø 95 ^{+1,7} _{-1,3}
Ø34	6	0,8	1,5 × 2	1	+1,1 -1,1	Ø 37 ^{+1,1} _{-1,1}
Ø83	14	3,2	1,5 × 2	1	+1,1 -1,1	Ø 86 ^{+1,1} _{-1,1}
50	7	0,8	3 × 2	1	+1,8 -1,0	56 ^{+1,8} _{-1,0}
24	7	3,2	3 × 2	1	+1,8 -1,0	30 ^{+1,8} _{-1,0}
16	7	3,2	1,4 × 2	1	+1,8 -1,0	17,8 ^{+1,8} _{-1,0}
6	7	3,2	1,1 × 2	1	+1,8 -1,0	8,2 ^{+1,8} _{-1,0}

					ТМ 18090042-00 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			24

Визначемо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.5)$$

$$K_{\text{ВМ1}} = \frac{5,03}{10,2} = 0,49$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{5,03}{8,2} = 0,61$$

З наведеного розрахунку видно, що 2 варіант економічно вигідніший, навіть без урахування витрат на відрізок заготовки.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Механічна обробка заготовки в базовому технологічному процесі виконується на 6 механічних операціях.

Для аналізу послідовності обробки поверхонь в базовому ТП складемо таблицю послідовності обробки (див. Табл. 6.1.). Для заповнення таблиці зробимо нумерацію всіх поверхонь деталі.

Аналіз таблиці 6.1 показав, що послідовність обробки поверхонь в базовому техпроцесі забезпечує виконання вимог на кресленні. В цілому, технологічний процес складений з урахуванням принципу поетапності, тобто послідовного зростання точності обробки. Цього принципу не відповідає положення операції №055 «Термічна», на якій виконується отжиг заготовки. Відпал супроводжується фазовими перетвореннями в металі заготовки, що може привести до появи викривлення і пошкодити вже остаточно оброблені точні отвори в деталі. Тому дану операцію доцільно проводити перед початком механічної обробки. Перенесення термообробки в початок технологічного процесу також полегшить обробку різанням нашої заготовки, так як після відпалу знімається зміцнення металу, отримане в результаті обробки тиском.

Розглянемо верстатне обладнання, що застосовується при обробці заготовки в існуючому технологічному процесі.

Верстат 1К62Б надмірно великий для нашої деталі, фрезерний верстат застосований великої потужності, призначений для обробки великих деталей, а у нас деталь малих розмірів, тому можна застосувати верстат менших розмірів і потужності. Решта верстати (токарно-гвинторізні і координатно-розточувальні) відповідають розмірам і точності деталі.

У заводському техпроцесі дуже мало використовуються верстати з ЧПУ. Вже згадана деталь має досить складну конструкцію, тому застосування автоматизованого верстатного обладнання дозволило б спростити завдання

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

забезпечення точності і зменшити залежність якості обробки від людського фактора.

Таблиця 6.1 - Верстатне обладнання, що застосовується в базовому техпроцесі

№	Найменування операції	Вид обробки	Поверхня базування	Обладнання
000	Заготівельна	Штампувати на пресі	-	Прес К8544
005	Токарно-гвинторізний	Точити зовнішні поверхні деталі	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80;	Токарно-гвинторізний верстат мод. 1К62Б
010	Токарно-гвинторізний	Точити зовнішні поверхні деталі	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80;	Токарно-гвинторізний мод. верстат 1К62Б
015	Координатно-розточна	Точити згідно керуючої програми	Прийомлення спеціальне	Координатно-розточний верстат з ЧПУ мод. 20К40СМФ4
020	Фрезерна	Фрезерувати пази	Прийомлення спеціальне	Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р13
025	Токарно-гвинторізний	Точити поверхні деталі	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80;	Токарно-гвинторізний верстат мод. 16Б16А
030	Доводочна	Точити до заданої шорсткості	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80;	Токарно-гвинторізний верстат мод. 16Б16А
035	Контрольна	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

Найменування операції не відповідає найменуванню верстата і не відповідає класифікації технологічних операцій.

Так операція 010 названа в базовому техпроцесі «Токарна», а за класифікацією вона повинна називатися «Токарно-гвинторізна». Шифр операції за класифікатором 4114. З операцією 020 допущені такі ж неточності.

На токарних операціях застосовуються універсальні 3-х кулачкові патрони, як і на доводочній операції.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

На фрезерної і координатно-розточувальних операціях застосовуються спеціальні пристосування з пневмоприводом.

Ріжучий інструмент застосовується універсальний з швидкоріжучого матеріалу (свердла, зенківки, мітчики, зенкери, розгортки). Різці застосовуються з напаяними швидкорізальними пластинами. Як МОР застосовується емульсія, але в технології вона не записана, це було відомо на практиці від робітника.

Застосовуються, як універсальні вимірювальні засоби: штангенциркуль, мікрометри, лінійки, обрєзци шорсткості: бокові калібри пробки гладкі, нарізні, індикатори типу ИЧ - 10; так і спеціальний матеріальний інструмент - шаблони.

Аналіз вимірювального інструмента показав, що на де-які контрольні операції необхідно розробити спеціальні контрольні-вимірювальні прилади. У цьому випадку на якість вимірів не буде впливати кваліфікація працівника технічного контролю.

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуски табличним методом визначаємо за ГОСТ 7505-89. Їх призначаємо в залежності від квалітету точності та кількості етапів обробки та заносимо до табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Проміжні припуски на обробку поверхні $\varnothing 142H7$

Технологічний перехід	Проміжні припуски	Операційний розмір
Заготовка	-	-
Розточування чорнове	$2 \times 2,0$	$\varnothing 140$
Розточування чистове	$2 \times 1,0$	$\varnothing 142$

Проведення розрахунків припусків за допомогою ЕОМ наведено в додатках

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

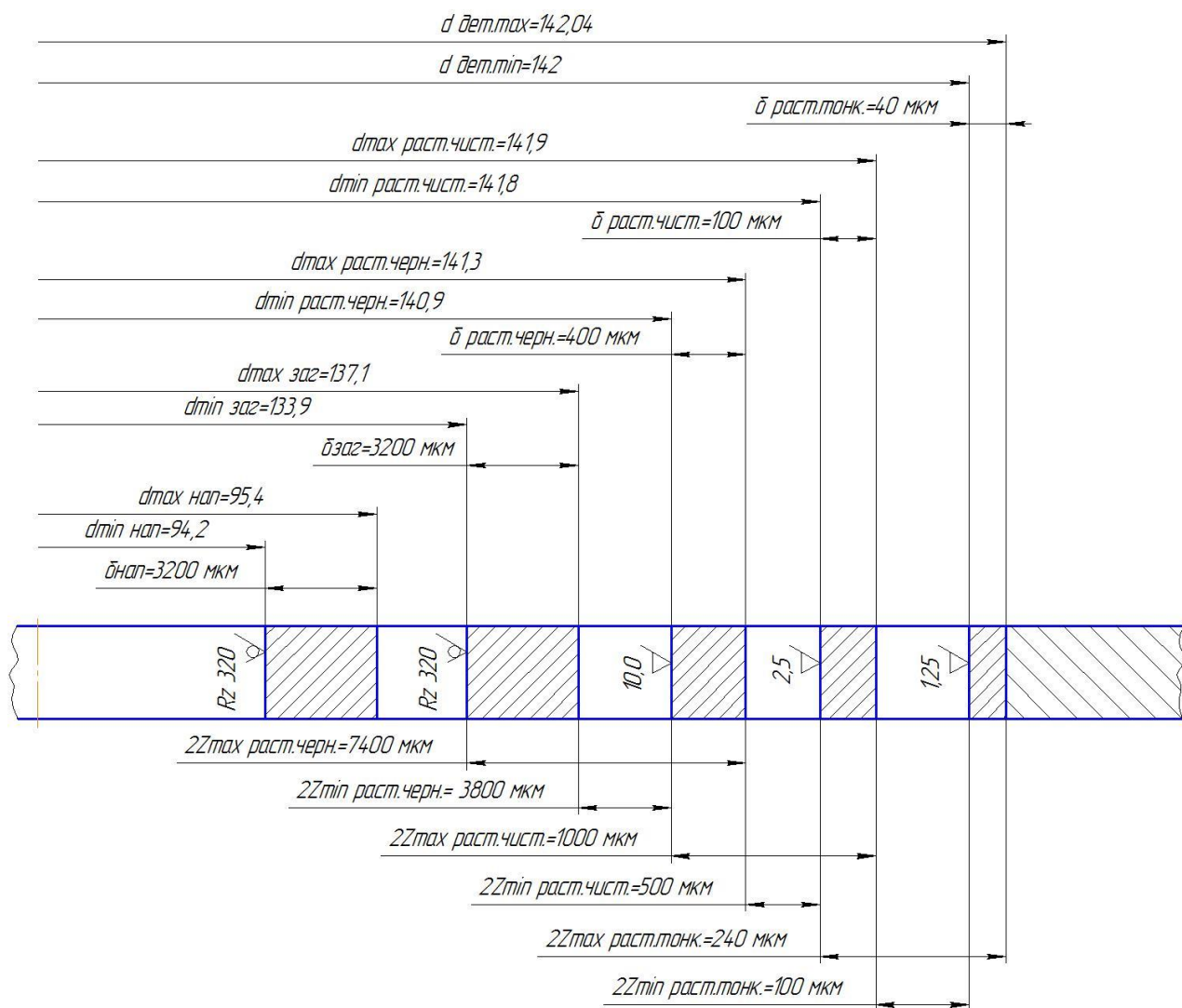


Рисунок 6.1 – Схема розташування полів припусків та допусків на розмір $\varnothing 142H7$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Від правильного вибору технологічних баз залежить фактична точність виконання розмірів, правильність взаємного розташування поверхонь, ступінь складності пристрої, ріжучих і вимірювальних пристроїв. На першій операції проводиться визначення поверхонь, які будуть використовуватися як бази на подальших операціях. Такими поверхнями, як правило, є основні бази, від яких задано більшість розмірів, які координують розташування інших відповідальних поверхонь деталі. Відхилення від цих правил можливі лише

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090042-00 ПЗ				

тоді, коли основна база має недостатню протяжність для надійного базування деталі або коли обробку виконують, використовуючи пристрій супутник.

Визначивши технологічні бази для подальших операцій, вибирають технологічні бази для першої операції.

Операція 015 Токарна з ЧПК. Порівняємо два варіанти закріплення: в трьохкулачковому патроні та на сегментній оправці.

Перший спосіб – в тьохкулачковому патроні наведено на рисунку 6.2. При даному способі закріплення відбувається по лівому торцю – установча база, що позбавляє заготовку трьох ступенів вільності та по зовнішній циліндричній поверхні – напрямна база – позбавляє двох ступенів вільності. Загалом заготовка позбавлена 5-и ступенів вільності. Похибка базування $\varepsilon_D = 0$.

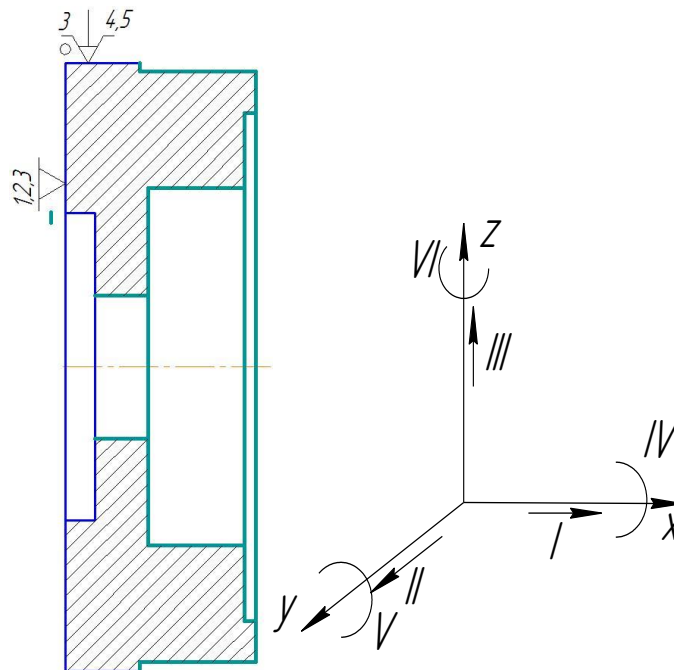


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на токарній з ЧПУ операції

Таблиця 6.3 – Таблица відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V	Установча база
4,5	I, VI	Напрямна
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	α	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	α	0	0	1
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Другий спосіб – на сегментній оправці наведено на рисунку 6.3. При даному способі закріплення відбувається по лівому торцю отвору – установка база, що позбавляє заготовку трьох ступенів вільності та по внутрішній циліндричній поверхні – напрямна база – позбавляє двох ступенів вільності. Загалом заготовка позбавлена 5-и ступенів вільності. Похибка базування $\varepsilon_D = 0,3$ мм.

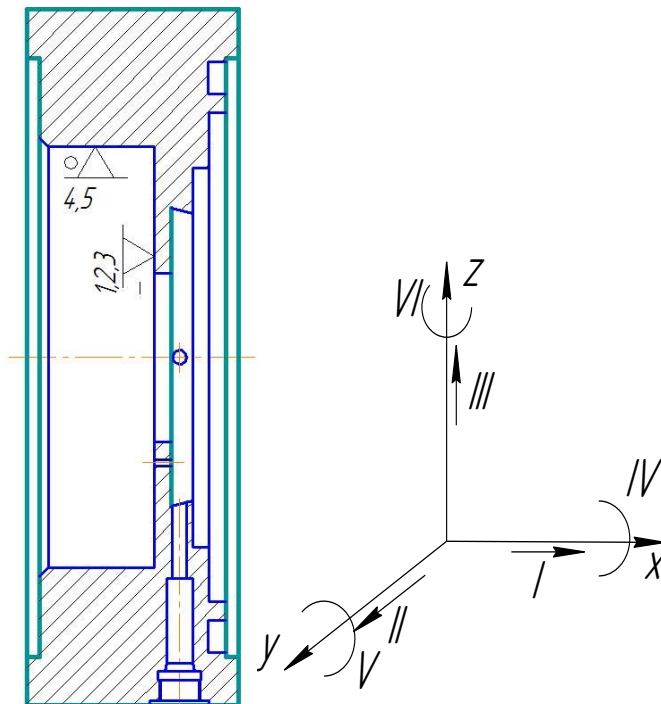


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на токарній з ЧПК операції

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V	Установча база
4,5	I, VI	Напрямна
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	α	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	α	0	0	1
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

При першому способі закріплення похибка рівно нулю, отже приймаємо даний спосіб базування.

Операція 025 Багатоцільова з ЧПУ. Порівняємо два варіанти закріплення: в спеціальному верстатному пристрої.

Перший спосіб – в спеціальному верстатному пристосуванні наведено на рисунку 6.4. При даному способі закріплення відбувається по нижньому торцю – установка база, що позбавляє заготовку трьох ступенів вільності та по внутрішньому виступу – прямна база – позбавляє двох ступенів вільності. Загалом заготовка позбавлена 5-и ступенів вільності. Похибка базування $\epsilon_D = 0,2$ мм.

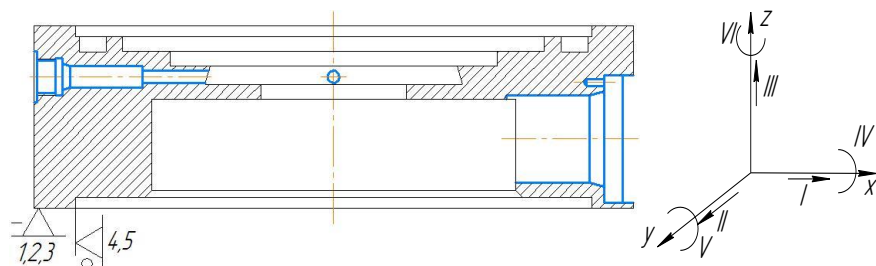


Рисунок 6.4 – Схема базування заготовки на Багатоцільовій з ЧПУ операції

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090042-00 ПЗ					

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	II,III,V	Установча база
4,5	I, IV	Напрямна
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	α	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	α	1	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Перший спосіб – в спеціальному верстатному пристосуванні наведено на рисунку 6.5. При даному способі закріплення відбувається по нижньому торцю – установча база, що позбавляє заготівку трьох ступенів вільності та по зовнішній поверхні – напрямна база – позбавляє двох ступенів вільності. Загалом заготівка позбавлена 5-и ступенів вільності. Похибка базування $\epsilon_D = 0,315$ мм.

Таблиця 6.9 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	II,III,V	Установча база
4,5	I, IV	Напрямна
6	VI	Вакансія

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Вибір верстата необхідно керуватися такими міркуваннями:

1. Конструкція деталі. Деталь - тіло обертання. Обробка буде проводитися на верстатах з ЧПУ.
2. Тип виробництва. У нас середнє дрібносерійне виробництво при якому рекомендується застосовувати універсальні верстати, верстати з ЧПУ і спеціалізовані верстати з використанням спеціальних настановних пристосувань.
3. Габарити оброблюваної заготовки. Як було сказано вище, наша деталь являє собою тіло обертання - циліндр із зовнішнім діаметром 165 мм і довжиною 54 мм.

Для операції 015 Токарна з ЧПК необхідно підібрати універсальний токарний верстат, здатний обробляти заготовки довжиною понад 50 мм і діаметром більше 165 мм. Обробка токарна. Необхідна наявність системи числового програмного керування.

Мінімальні розміри серед верстатів, що відповідають зазначеним вимогам, має токарно-гвинторізний верстат моделі з ЧПУ 16Б16Т1.

Технічна характеристика обраної моделі верстата [8, 16].

Клас точності верстата II

Діаметр заготовки над станиною, мм	320
Довжина заготовки, мм	750
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	40-2000
Число швидкостей шпинделя	18
Подача, мм / хв:	
продольна	2-1200
поперечна	1-1200
Потужність електродвигуна, кВт	7,1
Габаритні розміри (без ЧПУ), мм:	
довжина	3100
ширина	1390

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

висота 1870

Маса, кг 2350

Підвищена точність верстата і автоматичне керування процесом обробки дозволить об'єднати в одну операцію чорнову і напівчистове токарної обробки заготовки.

Для операції 020 Багатоцільова з ЧПК найкраще підійде горизонтально-свердлильний верстат з ЧПК, оснащений інструментальним магазином і поворотним столом.

Модель верстата обираємо в залежності від розмірів оброблюваної заготовки. Для даної деталі підходить багатоцільовий горизонтальний верстат моделі IP320ПМФ4, оснащений інструментальним магазином і з комбінованою системою ЧПУ. Система ЧПУ, як уже було сказано вище, необхідна для досягнення необхідної точності розмірів на даній операції згідно вимог креслення.

Коротка характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні стола, мм 320 × 320

Частота обертання, об/хв

шпинделя 13 - 5000

стола 0,05-200

Подача поздовжня, поперечна і вертикальна, мм/хв 1-3200

Прискорена подача, мм/хв 10000

Місткість інструментального магазину, шт 36

Час зміни інструменту «від різку до різку», с 14

Число одночасно керованих координат 3

Дискретність завдання розмірів по осях, мм 0,001

Потужність приводу шпинделя, кВт 7,5

Загальна потужність всіх електродвигунів, кВт 30

Габаритні розміри, мм:

довжина 3840

					<i>TM 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

ширина	2300
висота	2507
Маса, кг	10000

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент[5].

Таблиця 6.11 – Вибір різального і вимірювального інструментів

Операція	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
025 Токарна з ЧПК	Різець 2103-0711 Т30К4 ГОСТ 20872-80 Різець 2103-0712 Т30К4 ГОСТ 20872-80	Калібр-скоба \varnothing 165 ГОСТ 18360-93; шаблон спеціальний (9,5); індикатор ИЧ 02 кл.1, мікрометр МК 250-2 ГОСТ 6507-90 Зразок шорсткості Ra 0,8 ГОСТ 9378-93
020 Багатоцільова з ЧПК	Свердло комбіноване \varnothing 2/ \varnothing 4 P6M5 спеціальне Свердло спіральне \varnothing 5,5 P6M5 спеціальне Мітчик машинний M2 P6M5 ГОСТ 3266-81 Мітчик машинний M4 P6M5 ГОСТ 3266-81 Зенківка \varnothing 4 P6M5 ГОСТ 10903-77 Зенківка \varnothing 2 P6M5 ГОСТ 10903-77	Калібр-пробка (\varnothing 2) ГОСТ16780-71 Калібр-пробка (\varnothing 4) спеціальний Калібр-пробка різьбовий (M2; M4) ГОСТ 17758-72;

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунки режимів різання аналітичним методом проводимо за [11].

Розрахунок режимів різання для операції 015 Токарна з ЧПК

Розрахунок режимів різання виконуємо відповідно до методики [16],

Тонке точення – токарний прохідний різець для контурного точіння з механічним кріпленням ромбічної непереточуючої твердосплавної пластини з кутами $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=42^\circ$, $\gamma=5^\circ$, $\alpha=5^\circ$. Матеріал ріжучої пластини – твердий сплав Т30К4.

1. Заготівка – поковка КГШП нормальної точності діаметром $\varnothing 165$ мм довжиною 54 мм.

Величину припусків визначаємо за формулами:

для лінейних розмірів

$$t = L_{заг} - L_{дет}; \quad (6.1)$$

для діаметральних розмірів

$$t = \frac{D_{заг} - D_{дет}}{2 \cdot i},$$

где $L_{заг}$, $D_{заг}$ – довжина та діаметр до обробки, мм;

$L_{дет}$, $D_{дет}$ – довжина та діаметр після обробки, мм.

Величину подачі призначаємо згідно рекомендацій [16, табл.11, стр. 266].

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v \quad (6.2)$$

где C_v , x , y , m – коефіцієнт и показники степеня швидкості різання, [16, табл.17, стр. 269];

для чорнової обробки $C_v=340$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,2$;

для чистової обробки $C_v=420$, $x=0,15$, $y=0,2$, $m=0,2$;

$T = 60$ хв - період стійкості різця [16, стр. 268];

$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv} K_{\varphi v} K_{\varphi 1v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

K_{Mv} – коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблювального матеріалу заготовки на швидкість різання [16, табл.1, стр. 261];

$$K_{Mv} = K_A \left(\frac{750}{\sigma_A} \right)^{nv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{800} \right)^{1,0} = 0,75$$

$K_{Пv}$ – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [16, табл.5, стр. 263];

для чорнової обробки $K_{Пv}=0,9$;

для чистової обробки $K_{Пv}=1$;

$K_{Иv}$ – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [16, табл.6, стр. 263];

для чорнової обробки $K_{Иv}=1$;

для чистової обробки $K_{Иv}=1,4$;

$K_{\phi v}=0,7$ – поправочний коефіцієнт по головному куту в плані ϕ [16, табл.18, стр. 271];

$K_{\phi 1v}$ – поправочний коефіцієнт по куту ϕ_1 [16, табл.18, стр. 271];

для чорнової обробки $K_{Иv}=0,91$;

для чистової обробки $K_{Иv}=0,87$;

Розрахуємо поправочний коефіцієнт:

для чорнової обробки $K_v=K_{Mv}K_{Пv}K_{Иv}K_{\phi v}K_{\phi 1v}=0,75 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,91=0,34$;

для чистової обробки $K_{Иv}=K_{Mv}K_{Пv}K_{Иv}K_{\phi v}K_{\phi 1v}=0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 0,87=0,6$;

Визначимо частоту обертання шпинделя, об/хв:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (6.3)$$

Приймаємо по паспорту верстатв найближче менше значення частоти обертання.

Визначаємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Визначаємо тангенціальну складову сили різання по формуле [16, стр. 271]:

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		40

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (6.4)$$

где C_p , q , x , y , n - коефіцієнт и показники степеня швидкості різання, [16, табл.41, стр. 291]. $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$;

$K_p=K_{M_p}K_{\varphi_p}K_{\gamma_p}K_{\lambda_p}=1,05 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93=0,87$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки;

K_{M_p} – коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблювального матеріалу заготовки на швидкість різання [16, табл.9, стр. 264];

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_A}{750} \right)^n = \left(\frac{800}{750} \right)^{0,75} = 1,05$$

$K_{\varphi_p}=0,89$ - поправочний коефіцієнт по головному куту в плані φ [16, табл.18, стр. 271];

$K_{\gamma_p}=1$ - поправочний коефіцієнт по куту γ [16, табл. 23, стр. 275];

$K_{\lambda_p}=1$ - поправочний коефіцієнт по куту λ [16, табл. 23, стр. 275];

$K_{r_p}=0,93$ - поправочний коефіцієнт по радіусу при вершині r [16, табл. 23, стр. 275];

Ефективну потужність різання визначаємо за формулою, кВт:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (6.5)$$

Проміжні та кінцеві результати розрахунків заносимо до таблиці 6.12.

Максимальне значення ефективної потужності різання менше паспортної електроприводу верстата $N=7,6$ кВт.

Таблиця 6.12 – Проміжні та кінцеві результати розрахунків

№ перех	t, мм	S _z , мм	D, мм	B, мм	V, м/хв	Прасч, об/хв	Пприн, об/хв	v _{пр}	P _z , Н	M _{кр} , Нм	N _е , кВт	T _о , хв
1	3	0,060	35	35	52,59	478,53	470,00	51,65	122,89	21,51	0,10	3,16
2	8	0,120	8	5	21,45	853,70	800,00	20,10	2115,10	84,60	0,69	7,69

					ТМ 18090042-00 ПЗ							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								41

Визначаємо основний час обробки на даному переході:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{V_s},$$

$$T_o = \frac{165}{52,59} \approx 3,16 \text{ хв}$$

$$T_o = T_{очист} + T_{очорн} = 3,16 + 7,69 = 10,85 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на операцію 025 Багатоцільову з ЧПК

Розраховуємо режими різання на агрегатну операці, свердління чотирьох отворів. Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм}$$

де d – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу ([19], табл. 25, с. 277). $S_{от} = 0,26$ мм/об. Так як для поверхні даних отворів потрібно досягнення більш високої якості у зв'язку з нарізуванням різьблення, вводимо поправочний коефіцієнт $K_{so} = 0,5$. Значить подача свердла: $S_o = 0,5 \cdot 0,26 = 0,13$ мм/об.

Визначаємо період стійкості свердла ([19], табл. 30, с. 279). При обробці сталі і діаметрі свердла $\varnothing 4$ мм $T = 45$ хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S_y} K_v, \text{ м/хв}$$

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

де C_v , q , m , y – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 28 с. 278, [19]). При обробці сталі свердом приймаємо $C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{lV},$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [19]. $VK_{MV} = 0,67$

$K_{iV} = 1,0$; (табл. 6, с. 263, [19]);

K_{lV} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 263, [19]);

$K_{пV} = 1,0$;

$$K_v = 0,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,67$$

$$V = \frac{7 \cdot 10,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,13^{0,7}} \cdot 0,67 = 33,14 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6,6)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,1}{3,14 \cdot 10,5} = 1034,7 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата: $n_d = 1000$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6,7)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 1000}{1000} = 32 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

$$M_k = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{Mp}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (6.8)$$

де C_M , q , y – коефіцієнт та показники степеня на крутний момент (табл. 28 с. 278, [19]). $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$.

$$M_k = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,22 = 8,6 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{M_k \cdot n_d}{9750}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{8,6 \cdot 1000}{9750} = 0,87 \text{ кВт}$$

Так як формування отворів відбувається одночасно, значить загальна потужність буде дорівнювати: $N = 0,87 \cdot 4 = 3,48$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 7,0$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{шп} = 7 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ кВт}$$

$$3,48 < 5,95$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d S}, \text{ хв}$$

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = 0,4 \cdot d, \text{ мм}$$

$$y = 0,4 \cdot 4 = 0,16 \text{ мм}$$

Величина перебігу $\Delta = 1 \dots 5$ мм.

$$L = 0,16 + 4 + 4 = 8,16 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{8,16}{0,13 \cdot 1000} = 0,62 \text{ хв}$$

Аналогічно розраховуємо для інших позицій. Визначаємо загальний основний час на операцію за формулою:

$$T_o = T_{oA} + T_{oB}, \text{ хв}$$

$$T_o = 0,27 + 0,21 + 0,32 + 0,13 + 0,49 + 0,62 + 0,1 + 0,06 + 0,8 = 2,89 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операцій

Технічні норми часу в умовах крупносерійного виробництва встановлюємо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [17].

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв}$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T_{оп} = T_о + T_д, хв$$

де $T_о$ – основний час на операцію, хв; (п.2.8).

$T_д$ – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_д = T_{уст} + T_{зв} + T_{пк} + T_{вим}, хв$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв;

$T_{зв}$ – час, на закріплення та відкріплення деталі, хв;

$T_{пк}$ – час на прийоми керування, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 4\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 4\%$.

Технічне нормування токарної з ЧПК операції.

Допоміжний час на операцію:

$$T_д = 0,16 + 0,03 + 0,01 + 0,27 + 0,29 = 0,76 хв.$$

Операційний час:

$$T_{оп} = 10,85 + 0,76 = 11,61 хв$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою (2.55):

$$T_{шт} = 11,61 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 12,54 хв$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=20 хв$.

Технічне нормування багатоцільової з ЧПК операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} + T_{зв} = 0,334 хв$, табл. 5.3 с. 198; $T_{пк} = 0,035 хв$, табл. 5.8 с. 203; $T_{вим} = 0,07 хв$, табл. 5.10 с. 206.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

$$T_d = 0,334 + 0,035 + 0,07 = 0,44 \text{ хв.}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що $T_o = 2,89$ хв. (п.2.8)

$$T_{оп} = 2,89 + 0,44 = 3,33 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою (2.55):

$$T_{шт} = 3,33 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 3,6 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо за табл. 6.8 с. 220, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=10$ хв.

					<i>TM 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Необхідно спроектувати верстатне пристосування для чорнового обточування деталі «Корпус» МН 5.893.700 згідно ескізу, наведеному на рис. 7.1.

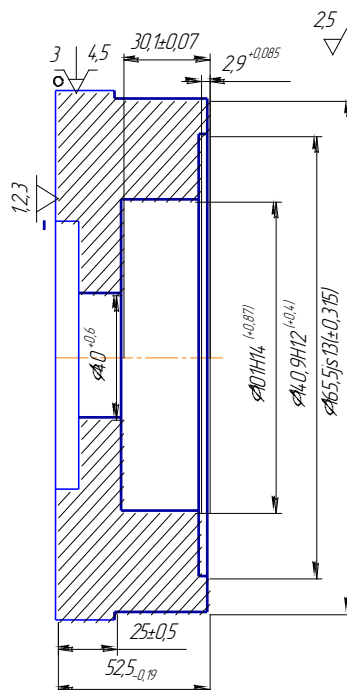


Рисунок 9.1 - Ескіз операції №015 «Токарна з ЧПК»

Обґрунтування необхідності створення пристосування

В даний час заготовка обробляється в пристосуванні з немеханізованим приводом. Робочий на даній операції має четвертий розряд. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точностних параметрів операції.

Точність розмірів

На даній операції обробляється кілька поверхонь заготовки, що мають різну точність. Найбільш точною є внутрішня розточування $\text{Ø}140,9$ мм, при обробці якої необхідно досягти 9 квалітет точності. Величина допуску даного розміру за кресленням, згідно ГОСТ 25346-82, дорівнює 100 мкм.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

Решта поверхні обробляються з меншою точністю. Відповідною 11-14 квалітетами. Допуски на розміри цих поверхонь, відповідно, мають великі значення, тому в подальшому при розгляді точностних і якісних параметрів виконуваної обробки їх не розглядаємо.

Точність форми

На операції проводиться обробка циліндра $\varnothing 140,9$ мм. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленнями від циліндричної, круглості і профілю поздовжнього перерізу. Величина допуску похибки форми не обмовляється. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету IT9 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 8 [11]. Для заданого номінального розміру 140,9 мм величина допусків циліндричної круглості, профілю поздовжнього перерізу по ГОСТ 24643-81 згідно [11] становить 30 мкм.

Точність розташування

Розглядаємо допуск радіального биття поверхні щодо осі отвору. Величина допуску не задана на кресленні. Це означає, що величина допуску може перебувати в межах допуску на розмір 140,9 мм. Тоді, згідно з [11] по ГОСТ 24643-81, це відповідає 8 ступеня точності, табличне значення допуску при цьому становить 40 мкм.

Ступінь шорсткості

Згідно з даними креслення деталі задана шорсткість обробки складає $Ra = 10$ мкм.

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовлю, що надходить на операцію. Уточнення параметрів поверхонь, які можуть бути базовими

На дану операцію заготовка надходить необробленої, маса заготовки - 8,2 кг. Матеріал - Сплав 50Н ГОСТ 10994-74. Заготівля являє собою тіло обертання з наскрізним центральним отвором, досить жорстка, оброблюваність її задовільна. Є досить розвинені поверхні, які можуть бути прийняті за базові, до яких можна віднести зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 170^{+2,1}_{-1,1}$ і один з

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090042-00 ПЗ				

торців. Хоча зазначені поверхні є чорновими і високими точносних параметрами не володіють, проте, проаналізуємо дані точності параметри.

Точність розмірів

Діаметр зовнішньої циліндричної поверхні дорівнює 170 мм. Величина допуску даного розміру за кресленням рівна 3200 мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 дане значення відповідає 17 квалітету, але воно не збігається з табличним значенням [10, с. 441].

Зазначені точності параметри відносяться і до розміру торця діаметром 54 мм (IT17, допуск T = 3200 мкм).

Точність форми

Проведемо аналіз точності форми базових поверхонь.

Спотворення форми зовнішньої циліндричної поверхні Ø170 характеризується відхиленням від циліндричної. Величина допуску похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету IT17 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 16 [11]. Для заданого номінального розміру 170 мм величина допуску циліндричної по ГОСТ 24643-81 згідно [11] становить 1200 мкм.

Спотворення форми розглянутого торця діаметром 170 мм характеризується відхиленням від площинності. Величина допуску похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету IT17 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 16 [11]. Величина допуску площинності по ГОСТ 24643-81 при цьому згідно [11] становить 1000 мкм.

Точність розташування

В якості можливого відхилення розташування розглянемо радіальне биття зовнішньої циліндричної поверхні Ø170 мм. Допуск биття не обговорений на кресленні, значить, його величина може знаходитися в межах допуску на розмір 54, тобто T = 1000 мкм. Це означає, що він визначається 16 ступенем точності по ГОСТ 24643-81. Табличне значення допуску при цьому становить 1200 мкм [11].

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Ступінь шорсткості

шорсткість поверхонь $\varnothing 170$ і торців позначена на кресленні згідно ГОСТ 2789-73 параметром $Rz = 320$ мкм.

В даному пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями, розміри яких можуть коливатися в межах 140-170 мм, і з зазначеними точносних параметрами, тобто адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах зміни зазначених розмірів.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися пристосування

Річна програма випуску визначена в 5000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає малосерійний тип виробництва. З огляду на це планується не дуже висока інтенсивність використання пристосування.

Складання переліку функцій, що реалізуються

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.
 1. Базування заготовки.
 2. Закріплення заготовки.
 3. Базування пристосування на верстаті.
 4. Закріплення пристосування на верстаті.
 5. Підведення і відведення енергоносія.
 6. Освіта вихідної сили для закріплення.
 7. Управління енергоносієм.
 8. Заміна настановних (затискних) елементів.
 9. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
 10. Токарська обробка деталі відповідно до операційним ескізом.
 11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимог до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

носіям функцій.

Вибір головної базової поверхні

В якості головної базової поверхні виступає зовнішня циліндрична поверхня діаметром 170 мм. Ця поверхня виступає в ролі подвійної опорної бази, яка позбавляє заготовку двох ступенів свободи (двох переміщень).

Застосування цих поверхонь в якості базових не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

Вибір настановної базової поверхні

В якості опорної бази виступає один з торців $\varnothing 170$ мм. Він позбавляє заготовку трьох ступеня свободи - одного переміщення уздовж осі деталі і двох обертань. Застосування даної поверхні в якості базової також не перешкоджає доступу ріжучих інструментів до оброблюваних поверхонь. Інших варіантів базування немає.

Точнісні параметри базових поверхонь, визначені раніше, можна порівняти з точносних параметрами оброблюваних, що забезпечує виконання точностних вимог, що пред'являються до обробки. Аналіз структури зв'язків, що виникають при базуванні, можна здійснити, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків (див. таблицю 7.1).

Таблиця 7.1 - Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Спосіб реалізації	Реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R
	Сила закріплення												
	Сила тертя	F(w)						F(w)	F(w)				

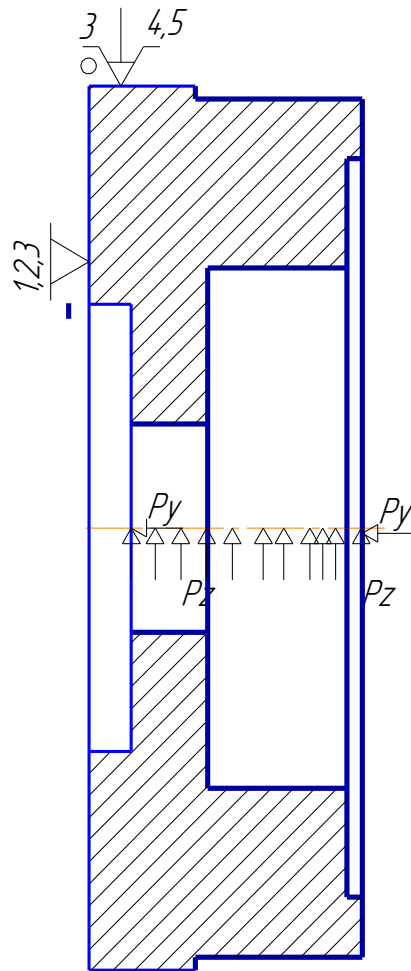


Рисунок 7.4 - Структура поля сил, що обурюють (ПВС).

Недоліком вказаного способу врівноваження є високий рівень енергетичних витрат на закріплення. Силкові потоки, що виникають при обробці, створюють напруження скручування і вигину. В таких умовах не виникає особливих вимог до структурної однорідності силових полів.

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54

$K1 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях;

$K2 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту;

$K3 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

$K4 = 1,0$ - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення;

$K5 = 1,0$ - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів;

$K6 = 1,5$ - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку;

$f1 = f2 = 0,2$ - коефіцієнт тертя між опорними поверхнями заготовки і пристосування;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7$$

Розрахунок гідравлічного поршневого приводу

Конструктивно діаметр штока приймаємо рівним 20 мм. Використовуємо формулу:

$$F = P \times S,$$

де $F = Q_{шт} = 159535,46$ Н - зусилля на штоку гідроциліндра;

$P = 2,5$ МПа - тиск робочої рідини в мережі;

$$S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} - \text{площа поршня}$$

Звідси

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{шт}}{\pi \cdot P} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 159535,46}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^6} + 0,02^2} = 0,091 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр поршня гідроциліндра 100 мм.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

Точнісні розрахунки пристосування

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування полягають у перетворенні інформації про точність обробки поверхонь деталі на даній операції в точності вимоги до пристосування.

Визначимо розрахункові параметри, тобто ті параметри, які найбільшою мірою впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі. В даному випадку до розрахункового параметру слід віднести відхилення розташування - радіальне биття настановної поверхні кулачків щодо базової настановної конічної поверхні шпинделя.

Допустима похибка виготовлення зазначених елементів пристосування по параметру биття дорівнює:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T_{130} - K_T \times \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{6130})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \times \varpi)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2},$$

де $T = 100$ мкм - допуск найбільш точного розміру обробки;

$K_T = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових;

$K_{T1} = 0,8$ - коефіцієнт приймається до уваги, коли похибка базування не дорівнює нулю (в даному випадку $\square б = 0$ мкм);

$\varepsilon_3 = 50$ мкм - похибка закріплення заготовки;

$\varepsilon_y = 10$ мкм - похибка установки пристосування на верстаті;

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$ - похибка перекосу інструменту;

$\varepsilon_{\text{и}} = 0$ мкм - погрішність, що виникає внаслідок зносу настановних елементів (рівномірний знос настановних поверхонь кулачків);

$\varepsilon = 20$ мкм - середня економічна точність обробки [1];

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

$\varepsilon_{\text{поз}} = 0$ мкм - похибка позиціонування;

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 100 - 1.2 \times \sqrt{(0.8 \cdot 0)^2 + 10^2 + 50^2 + 0^2 + 0^2 + (0.6 \times 20)^2 + 0^2} =$$

37,14 мкм

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090042-00 ПЗ

З урахуванням стандартного ряду чисел Ra20 приймаємо $\varepsilon_{\text{пр}} = 36$ мкм.
Отриманий допуск поділяємо за елементами пристосування таким чином:
радіальне биття настановної поверхні кулачків щодо базової настановної
конічної поверхні шпинделя - не більше 36 мм.

Опис пристрою і принципу дії пристосування

Розроблене пристосування працює наступним чином. Патрон важільний 5 містить кулачки 8, що закріплюються за допомогою гвинтів 21. Оброблювану заготовку встановлюють на кулачки 8 до упору торцем. Закріплення заготовки здійснюється при подачі робочої рідини в штокову порожнину гідроциліндра 2. При цьому поршень разом зі штоком переміщається вліво, а зусилля на штоку через передають ланки передається на важіль патрона, який, повертаючись, переміщує кулачки 8 вниз до контакту з заготівлею.

Розкріплення заготовки проводиться при подачі робочої рідини в безштокові порожнину гідроциліндра 2, при цьому шток разом з поршнем переміщається вправо, важіль патрона 14 повертається проти годинникової стрілки і відводить кулачки 8 від заготовки.

Важільний патрон 3 встановлюється на шпинделі 4 токарного верстата і закріплюється на ньому за допомогою шпильок 11 і гайок 12. Передача крутного моменту від шпинделя 4 важеля патрону 3 здійснюється за допомогою тяги 16, що закріплюється за допомогою гвинта 13.

Робоча рідина під тиском 2,5 МПа подається в гідроциліндр 2 через муфту 1.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення електронного мікроскопу РЕММА – 202М. Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення шестерні.

- встановлено, що тип виробництва дрібносерійний, а форма організації виробництва – групова;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято штампування на КГШП.

Докладно розроблено дві операції: Токарна ЧПК та Багатоцільова з ЧПК, порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна; обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване верстатний пристрій – трьохкулачковий патрон та карту налагодження з Багатоцільову з ЧПК операцію.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		59

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

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

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

					ТМ 18090042-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбо-накатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

14 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

15 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

16 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

17 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

18 Чернавский С.А. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для втузов. – М.: «Машиностроение», 1984. – 560 с.

19 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

20 АЧ2. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.
[Электронний ресурс]: Web-сайт. – Режим доступу:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A72> – Назва з екрану.

21 "Неубиваемая" АЧ2 [Электронний ресурс]: Web-сайт. – Режим доступу: https://pikabu.ru/story/neubivaemaya_ach2_6669919 – Назва з екрану.

22 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					<i>ТМ 18090042-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--

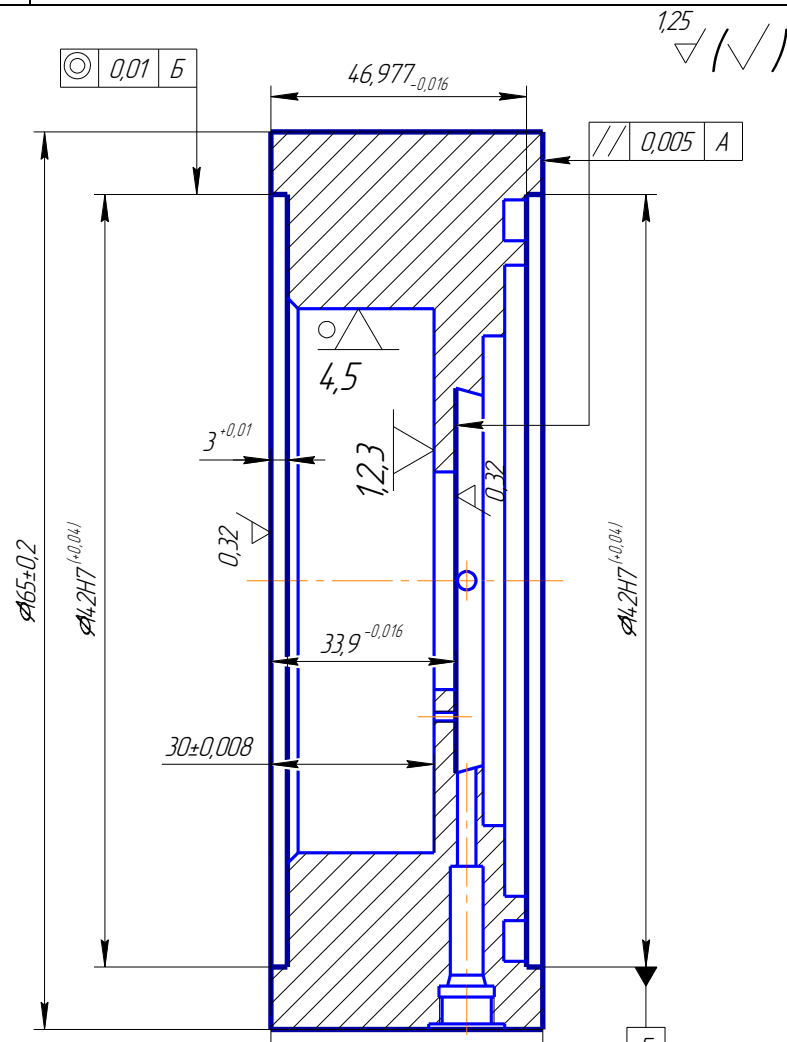
--	--	--	--	--	--

КІСумДУ 01140.00042 9 8

Розробив	Набеба М.Т.		
Перевірів	Приходько О.М.		
Н. Контр.	Динник О.Д.		

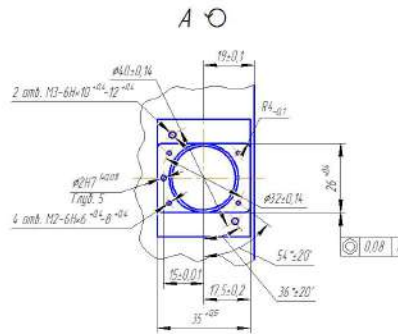
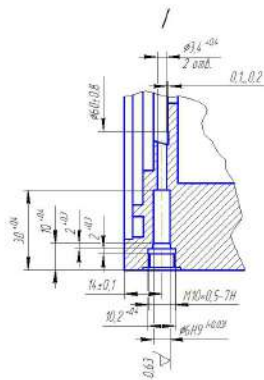
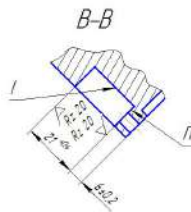
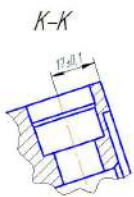
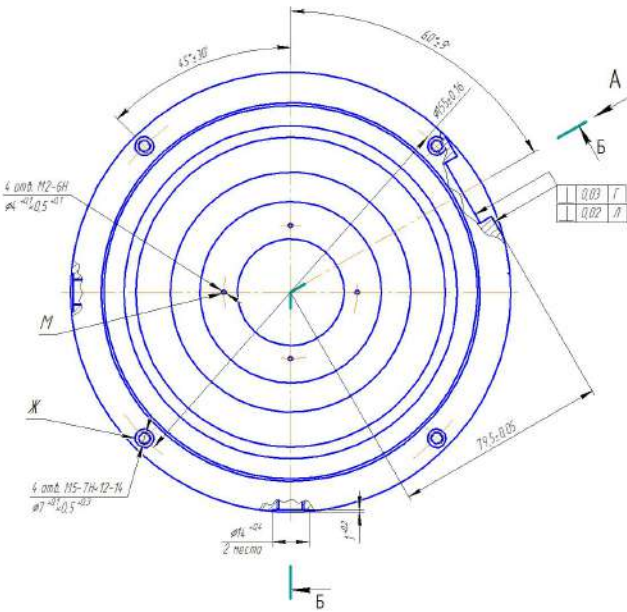
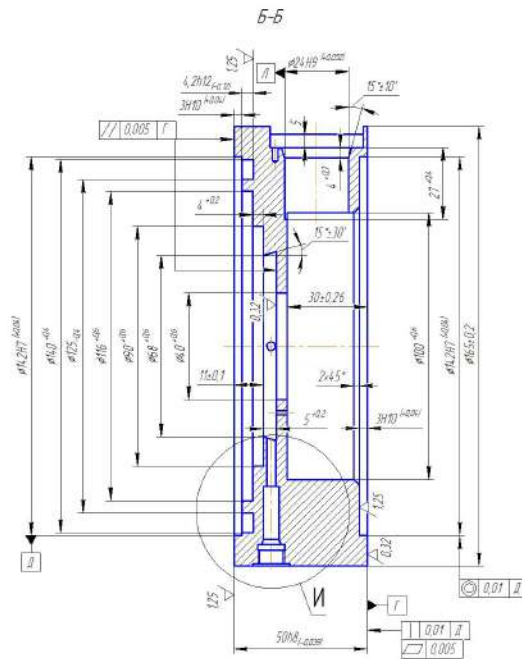
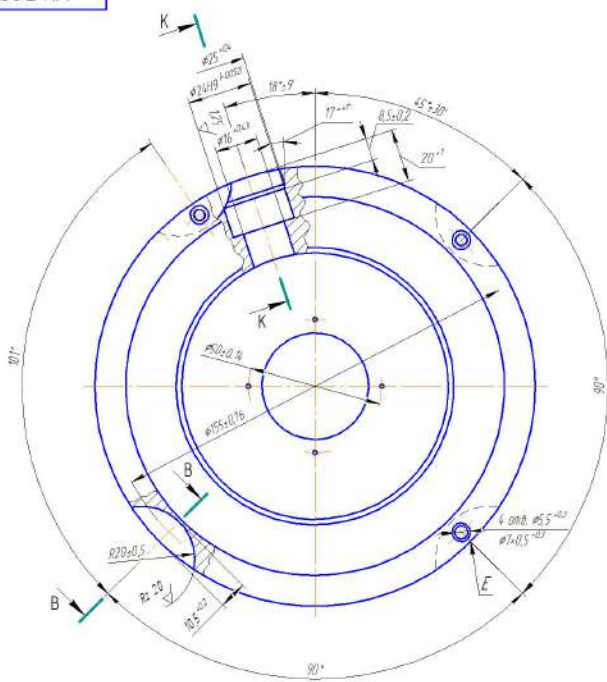
КІ СумДУ	МН 5.893.700	—	КІСумДУ 01140.00042
----------	--------------	---	---------------------

Корпус			БР	015
--------	--	--	----	-----



КЭ

0,01	Б
0,005	



1. Відпустити.
2. Відхилення центрального кута між осями двох будь-яких отворів Ж і Е $\pm 9'$; М $\pm 20'$.
3. Поверхню І фарбувати емаллю МЛ-12 біла ГОСТ 9754-76 II С Іступільні відлиску 120% - 35%!
4. Інші ТТ згідно ОСТ 4ГО.070.014.

					МН 5.893.700		
					Корпус		
Вид	Лист	№ докум.	Габар.	Масст.	Лист	Место	Масштаб
Чертеж	1	МН 5.893.700	100	1:1	6	Р	503 11
Проб.		Лавренко Д.М.					
Г. констр.							
В. констр.							
С. констр.							
					Склад 50Н ГОСТ 10994-74		
					К1 СумДУ		
					гр. ТМ-71к		
					Копирдан		
					Формат А1		

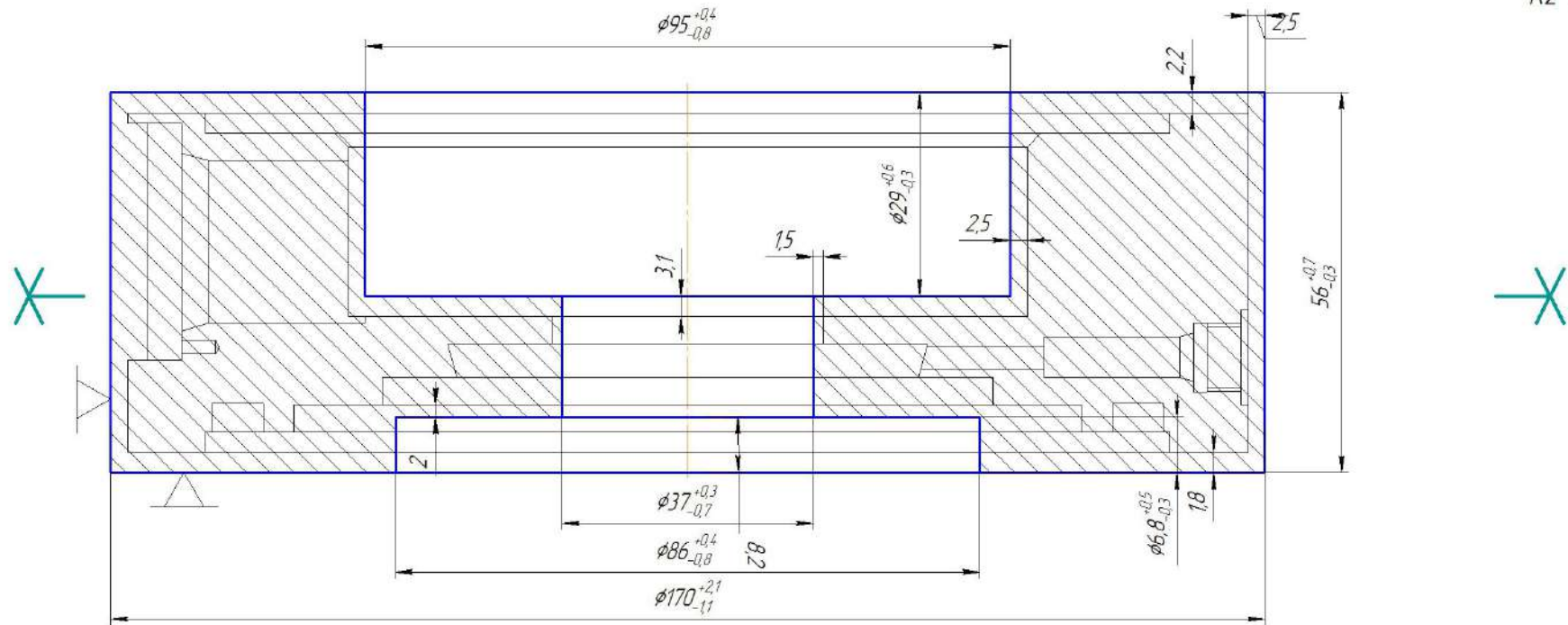
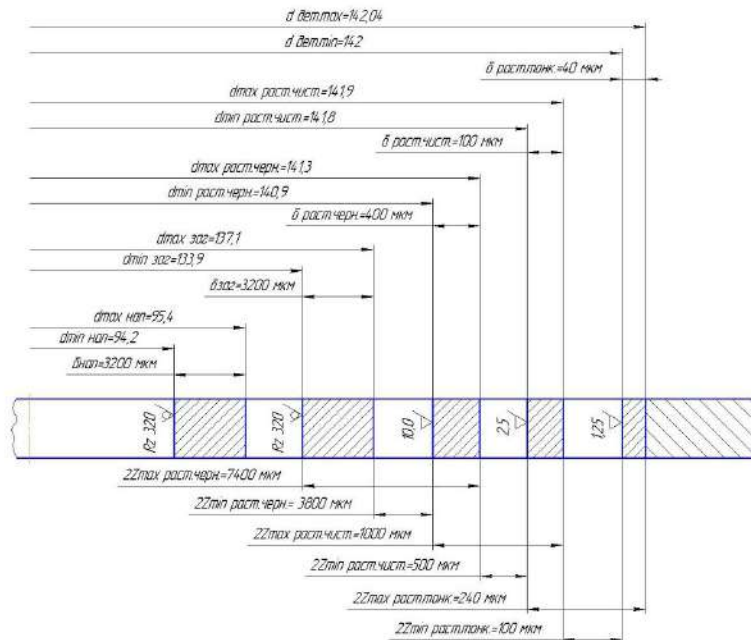


СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ПОЛІВ ПРИПУСКІВ ТА ДОПУСКІВ



1. Поковка згідно ГОСТ 7062-79.
2. Невказані радіуси округленості 3.5 мм.
3. Штамповачний уклін зовнішніх поверхнь не більше 5°, внутрішніх е більше 7° в бік збільшення розмірів.
4. Поковка не повинна мати флокенів, тріщин, розшарувань, зсуду профілю.
5. Поковку відпустити.

				МН 5.893.700		
Лист	№ докум.	Повт.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Мат. лист	№ докум.	Повт.	Дата	5 Р	8,2	1:1
Назва:	Назва М.П.			Лист	Листів	1
Пров.	Прихвилья В.Р.			Заготівка (поковка)		
Т.контр.				Сплав 50Н ГОСТ 10994-74		
Н.контр.	Линник О.Д.			Кі СумДУ, гр. ТМ-71к		
Чтв.	Ваняв В.В.			Формат А2		

Перв. примеч.

Старый №

Лист в сборе

Имя, № докум.

Лист в сборе

Номер, найменування, ескіз операції	Обладнання	Інструмент, оснастка
005 Загатівельна		
010 Термічна		
015 Токарна з ЧПК		
		<p>Патрон з гідриприводом ТМ 18090042-07-00.00 СБ Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80 Різець 2103-0711 Т30К4 ГОСТ 20872-80 Різець 2142-0386 Т30К4 ГОСТ 20872-80 Різець 2142-0386 Т30К4 ГОСТ 9795-84 Різець комбінований ТМXXXXXXXXXXXX Оправка 2-50 ОСТ2 П4-12-84 Штангенциркуль ШЦ-I-320-0,05 ГОСТ 166-89 Мікрометр МК-150 ГОСТ 6507-78</p>

Номер, найменування, ескіз операції	Обладнання	Інструмент, оснастка
030 Багатоцільова з ЧПК		
	Багатоцільовий верстат з ЧПУ мод. 2254BM1Ф4	<p>Пристрій спеціальний ТМ3.XXXXXX-XX-XX.XXXX Втулка 6104-0025 ГОСТ 13598-85 Фреза 2252-0163 Р6М5 ГОСТ 7063-72 Свердло 2301-404-9 Р6М5 Свердло 2301-404-1 Р6М5 Свердло 2301-4035 Р6М5 ГОСТ 2092-77 Зенкер 035-2320-0501 Зенкер 035-2320-0505 ОСТ 24.22-1-80 Втулка 6100-0223 Втулка 6100-0227 ГОСТ 13598-85 Зенковка 4Н9 Р6М5 ОСТ 24.2-2-80 Зенковка 7Н9 Р6М5 ОСТ 24.2-2-80 Втулка 6143-0106 ОСТ 15936-70 Втулка 6100-0204 ГОСТ 13598-85</p>

020 Контрольна	Стіл ВТК	
----------------	----------	--

035 Контрольна	Стіл ВТК	
040 Слюсарна		

025 Багатоцільова з ЧПК		
		<p>Пристрій спеціальний ТМ3.XXXXXX-XX-00.00СБ Свердло комбіноване Втулка 6104-0025 ГОСТ 13598-85 Свердло 2-20 ОСТ 2 1120-5-80 Свердло 2301-0431 Свердло 2301-0400 Свердло 2301-0416 ГОСТ 2092-77 Зенкер 2640-0153 Р6М5 ГОСТ 1604-81 Зенковка 4Н9 Р6М5 ОСТ 24.2-2-80 Зенковка 7Н9 Р6М5 ОСТ 24.2-2-80 Втулка 6143-0106 ГОСТ 15936-70 Розвертка 2713-0486 ГОСТ 25487-81 Патрон 6152-0181 ГОСТ 14077-83 Втулка 6100-0204 ГОСТ 13598-85 Прабка ПР-НЕ 6Н7 СТП 3300-24.70-82 Прабка ПР-НЕ 2Н7 СТП 3300-24.70-82 Прабка ПР-НЕ 24Н9 СТП 3300-24.70-82</p>

045 Токарна з ЧПК		
	Багатоцільовий верстат з ЧПК мод. IP3201MФ4	<p>Оправка розжимна ТМ3.XXXXXX-XX-XX.XXXXСБ Різець 2103-0681 Т30К4 ГОСТ 20872-80 Різець 2142-0386 Т30К4 ГОСТ 9795-84 Різець 2142-0386 Т30К4 ГОСТ 9795-84 Оправка спеціальна Оправка 1-30 ОСТ2 П4-12-84 Штангенциркуль ШЦ-I-320-0,05 ГОСТ 166-89 Мікрометр МК-150 ГОСТ 6507-78</p>
050 Контрольна	Стіл ВТК	
055 Мийна		
060 Фарбувальна		

TM 18509004-2-02-00.00.MT

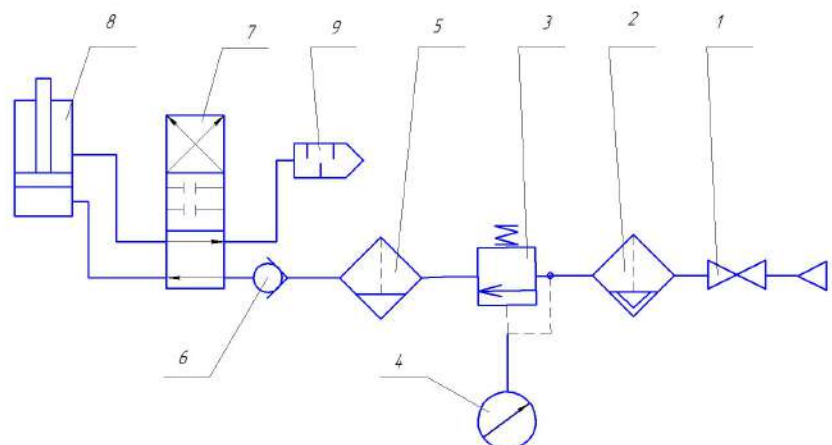
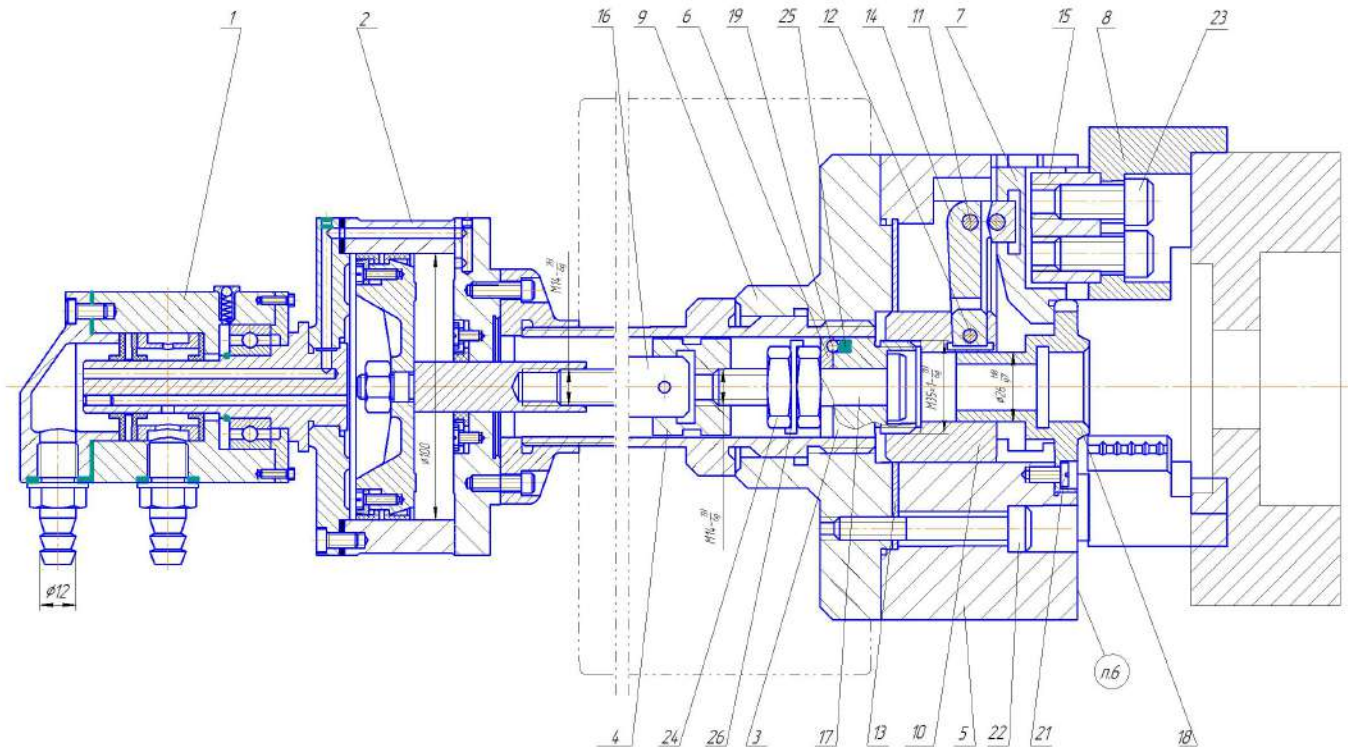
Вид	Сист	№ докум	Змін	Стат	Лист	Місяц	Місяць
Розроб	Вироб	Розроб	Вироб	Вироб	11	Р	11
Проб	Вироб	Вироб	Вироб	Вироб			
Генер							
Вироб	Вироб	Вироб	Вироб	Вироб			

Маршрут механічної обробки корпусу

Лист 1 з 1

ККС/МДЧ зр. ТМ-71к

Формат А1



- 1 - вентиль; 2 - фільтр - вологовідділювач; 3 - гідроклапан;
- 4 - манометр, 5 - фільтр - мастиловідділювач, 6 - зворотній клапан;
- 7 - гідророзподільник чотирьохлінійний;
- 8 - гідроциліндр; 9 - гідроглушник.

Технічні характеристики
 1. Зусилля на штоці 16558,6 Н при тиску в мережі 2,5 МПа
 2. Зусилля затиску 75266,34 Н
 3. Допустима похибка пристрою 0,036 мм

Технічні вимоги
 1. Кулачки поз.8 розтачати $\phi 15H10$ на довжину 25 мм
 2. При складанні пристрою забезпечити вільний хід поршня поз.9
 3. Пристрій випробовувати при максимальних обертах шпинделя при тиску 4,0 МПа протягом 30 хв.
 4. Допустимий дисбаланс не більше 0,05 кг·см
 5. Неробочі поверхні пристрою фарбувати емаль колір морська хвиля ГОСТ 9640-76
 6. Маркувати інвентарний номер пристрою червонимирифтом 10 ПРЗ ГОСТ 26020-80
 7. У період зберігання пристрою поверхні без лакофарбового покриття змастити солідолом марки С ГОСТ 46366-76

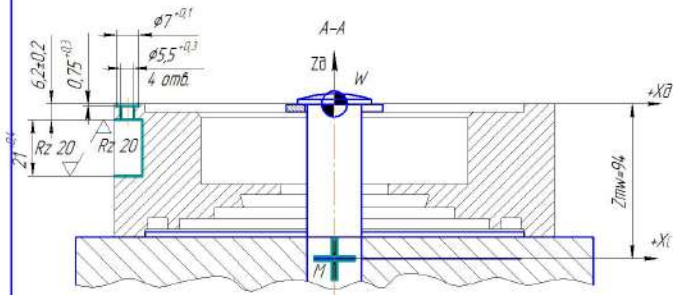
TM 18090042-07-00.00 СБ						Лист 11		
Патрон С гідроприводом Сборачний чертєх						Лист	Місто	Місяць
16516T1						6	Р	11
Кі СумДУ, гр. ТМ-71к Копія Формат А1								

025 Багатоцільова з ЧПК

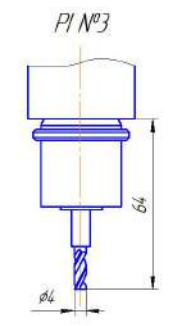
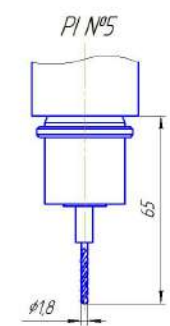
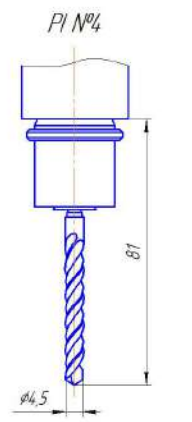
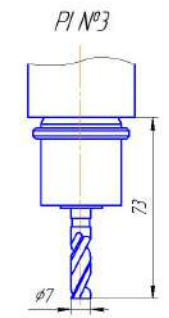
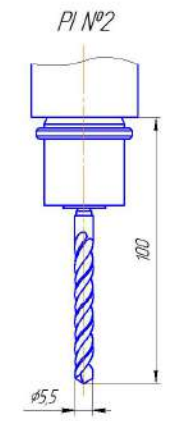
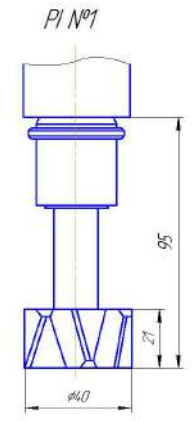
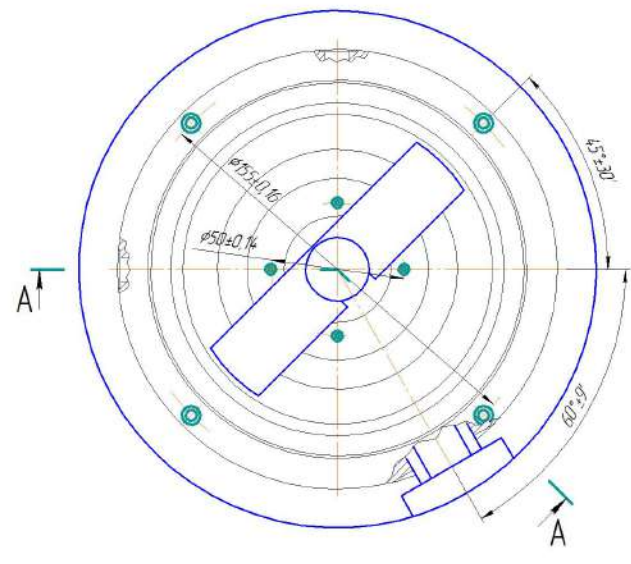
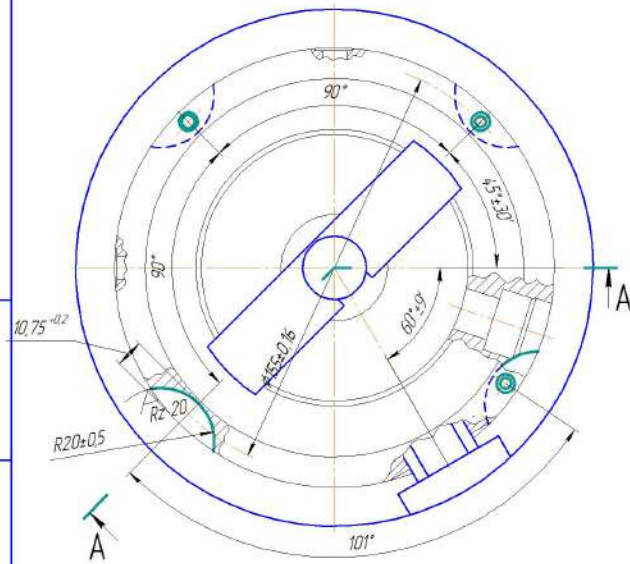
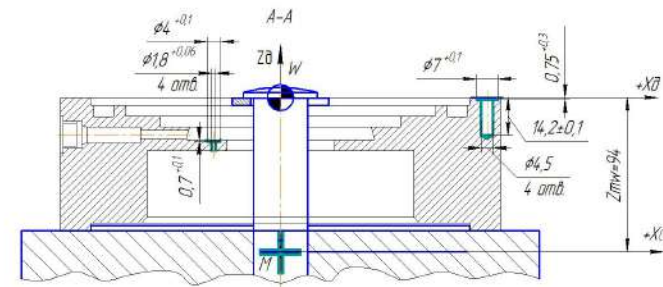
Вертикальний багатоцільовий з ЧПК мод. IP320ПМФ4
 ПД-6,3 кВт

25/ (✓)

Установ А



Установ Б



№	Ріжучий та допоміжний інструмент	Матеріал	i	f, мм	n, об/хв	v _c , м/хв	S _v , мм/об	L, мм	T _а , хв	T _в , хв	T _{шт-к} , хв	T _{шт-к} , хв
1	Фреза 2252-0163 ГОСТ 7063-72 Втулка 6104-0025 ГОСТ 13598-85	P6M5	4	11	300	37,68	0,24	12	0,25			
2	Свердло 2301-4049 ГОСТ 2092-77 Втулка 6104-0025 ГОСТ 13598-85		4	2,75	1600	27,63	0,06	10	0,417			
3	Зенкер 035-2320-0505 ГОСТ 2422-1-80 Втулка 6100-0233 ГОСТ 13598-85		4	0,75	1000	21,98	0,2	3	0,06			
4	Втулка 6100-0227 ГОСТ 13598-85, Свердло 2301-4041 ГОСТ 2092-77		4	2,2	2300	30,33	0,05	18	0,626	7,763	10,102	11,05
5	Зенкер 035-2320-0505 ГОСТ 2422-1-80 Втулка 6100-0233 ГОСТ 13598-85		4	0,75	1000	21,98	0,2	3	0,06			
6	Втулка 6100-0227 ГОСТ 13598-85, Свердло 2301-4035 ГОСТ 2092-77		4	0,8	4900	24,62	0,04	8	0,163			
7	Зенкер 035-2320-0501 ГОСТ 2422-1-80 Втулка 6100-0233 ГОСТ 13598-85		4	0,75	1500	18,84	0,2	3	0,04			

Г1616

TM 18090042-06-00.00 OH

Карта наладки
 (020 Багатоцільова з ЧПК)

IP320ПМФ4

КІ СумДУ, гр. ТМ-71к

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1