

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Кафедра механічної інженерії

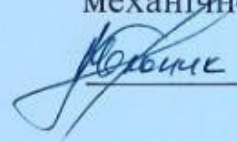
«На правах рукопису»

УДК 621

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

механічної інженерії

 Мельник О.Л.

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Високотехнологічний
комп'ютерний інжиніринг»)

на тему: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі

“Стакан” корпусу коробки передач токарного багатопшпіндельного
напівавтомата»

МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ

Студент групи ПМ-142

Барабашук В.М.
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник доц. кафедри МІ

Яновський В.А.
(прізвище, ім'я, по батькові)

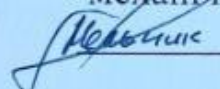

(підпис)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії
Освітній ступінь: бакалавр
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
механічної інженерії

 Мельник О.Л.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Барабашук Вадим Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі “Стакан” корпусу коробки передач токарного багатошпиндельного напівавтомата

Керівник роботи: доц. кафедри механічної інженерії Яновський Валерій Анатолійович

Затверджена наказом по університету від «20» 03 2025_р. № 1021/0

2. Строк подання студентом роботи на кафедру – 15 травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: Робоче креслення деталі, креслення верстатних пристосувань, технічні умови на виготовлення, типові технологічні процеси, каталоги металорізальних верстатів та засобів оснащення, довідники та інші матеріали.

4. Перелік питань, які потрібно вирішити: дослідити аналітично та виконати 3D модель деталі та заготовки, виконати необхідні проєктні та

перевірочні розрахунки кресленики вузла; розробити технологію виготовлення деталі.

5.—Орієнтовний перелік графічного матеріалу: Креслення деталі, креслення заготовки, креслення вимірювального інструменту, креслення різального інструменту, креслення трикулачкового патрону, креслення фрезерного пристосування, креслення свердлильного пристосування, наладки на токарні операції, наладка на фрезерну операцію, наладка на круглошліфувальну операцію, наладка на внутрішньошліфувальну операцію.

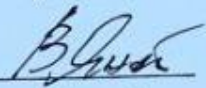
6. Дата видачі завдання 01.02. 2025 року.

Студент


(підпис)

Барабашук В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Яновський В.А.
(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу «Загально-технічний розділ»	22.03.2025	
2.	Виконання розділу «Технологічний»	16.04.2025	
3.	Виконання розділу «Конструкторський»	09.05.2025	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	28.05.2025	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	31.05.2025	
6.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	03.06.2025	
7.	Передзахист кваліфікаційної роботи	20.06.2025	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	27.06.2025	

Студент


(підпис)

Барабашук В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Яновський В.А.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Барабашук В.М. **Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Стакан» корпусу коробки передач токарного багатошпиндельного напівавтомата** – Рукопис.

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг») – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота містить 92 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 23 рисунків, 14 таблиць та список літератури з 10 джерел.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано аналіз призначення деталі та умов її експлуатації, технічних вимог на її виготовлення, а також аналіз технологічності конструкції розроблені – робоче креслення заданої деталі «Стакан», 3D-модель та технічні вимоги на виготовлення деталі. Розроблено новий технологічний процес виготовлення деталі, проведено вибір форми та встановлено спосіб виготовлення заготовки, вибрано необхідне технологічне обладнання і технологічне оснащення, розраховані загальні та міжопераційні припуски, режими різання і технічні норми часу, розроблено та оформлено комплект необхідної технологічної документації. Сконструйовано спеціальний пристрій для забезпечення закріплення заготовки і виконання операції фрезерування, розроблений комбінований інструмент для виконання отворів, розроблені відповідні 3D-моделі. Проведені розрахунки похибок базування та похибок налаштувань пристосування під дану обробку.

Ключові слова: деталь, заготовка, САПР Solidworks, аналіз, виготовлення.

ANNOTATION

Barabashuk V.M. **Design and technological preparation for the manufacture of the “Glass” part of the gearbox housing of a multi-spindle semi-automatic lathe** – Manuscript.

Bachelor's qualification work presented for the degree of higher education “Bachelor”, field of knowledge 13 “Mechanical Engineering” speciality 131 “Applied Mechanics” (OPP “High-tech Computer Engineering”) – Zhytomyr State Polytechnic University”, Zhytomyr, 2025.

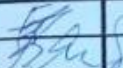
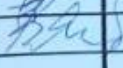
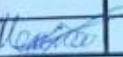
The qualification work contains 92 sheets of A4 format explanatory note, including 23 drawings, 14 tables and a list of literature from 10 sources.

In the bachelor's qualification work, an analysis of the purpose of the part and the conditions of its operation, technical requirements for its manufacture, as well as an analysis of the manufacturability of the design were developed – a working drawing of the given part “Glass”, a 3D model and technical requirements for the manufacture of the part. A new technological process for manufacturing a part has been developed, a shape has been selected and a method for manufacturing a workpiece has been established, the necessary technological equipment and technological equipment have been selected, general and inter-operational allowances, cutting modes and technical time standards have been calculated, a set of necessary technological documentation has been developed and drawn up. A special device has been designed to ensure the workpiece is fixed and the milling operation has been performed, a combined tool has been developed for making holes, and the corresponding 3D models have been developed. Calculations of basing errors and errors in the settings of the device for this processing have been carried out.

Keywords: part, workpiece, Solidworks CAD, analysis, manufacturing.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1.Опис виробу, в який входить деталь.....	8
1.2. Опис деталі з визначенням класу.....	8
1.3. Характеристика матеріалу, хімічний склад та механічні властивості	9
1.4. Аналіз технологічності конструкції деталі по кількісним та якісним показникам	13
1.4.1. Аналіз технологічності по якісним показникам	13
1.4.2. Аналіз технологічності по кількісним показникам	14
1.4. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	15
1.5. Визначення типу виробництва та технологічності деталі	15
Висновки до розділу 1.....	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1. Вибір вихідної форми заготовки та обґрунтування методу її виготовлення	17
2.2. Особливості виготовлення ливарної форми	17
2.3. Обґрунтування вибору поверхні рознімання форми та моделі ...	18
2.4. Обґрунтування величини усадки і припусків на механічну обробку, нахилів	19
2.5. Порівняння двох варіантів виготовлення заготовки	20
2.6. Визначення коефіцієнту використання матеріалу	21
2.7. Встановлення технічних вимог до заготовки	24
2.8. План обробки поверхні деталі з встановленням ступеню точності, шорсткості, операційних припусків та операційних розмірів з допусками	25

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Барабашук					
Перевір.		Яновський			Державний університет «Житомирська політехніка» Група ПМ-142		
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	1

2.8.1. Розрахунок припусків на обробку поверхні Ø110h6	26
2.8.2. Розрахунок припусків на обробку внутрішньої поверхні Ø90Is7	31
2.8.3. Результати розрахунку міжопераційних припусків	36
2.9. Розробка технологічного процесу обробки деталі	37
2.10. Розрахунок режимів різання та норм часу	39
2.11. Технічне нормування операцій обробки	47
2.12. Тип і технічна характеристика верстатного обладнання для кожної операції	55
Висновки до розділу 2	61
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	62
3.1. Розробка фрезерного пристрою	62
3.1.1. Опис пристрою та принцип його дії	62
3.1.2. Розрахунок точності базування заготовки	66
3.1.3. Розрахунок сили затиску заготовки	68
3.1.4. Розрахунок на міцність однієї слабкої ланки	68
3.2. Розрахунок ріжучого інструменту (комбіноване свердло Ø20/13 мм)	69
3.2.1. Розрахунок другої складової комбінованого інструменту (зенкера)	74
3.3. Розрахунок ріжучого інструменту (свердла)	76
3.3.1. Опис конструкції	76
3.3.2. Вибір геометричних параметрів	76
3.3.3. Вибір та розрахунок конструктивних елементів	77
3.4. Розрахунок контрольно-вимірювального інструменту	79
3.4.1. Вибір граничних відхилень та визначення граничних розмірів деталі	79

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.2. Вибір граничних відхилень калібру	79
3.4.3. Побудова схеми розташування полів допусків	80
3.4.4. Розрахунок виконавчих розмірів калібру	80
3.5. Принцип контролю та наладки	80
3.6. Розрахунок основних параметрів самоцентруючого трикулачкового патрона	82
3.7. Визначення необхідної сили затискання заготовки в пристрої для свердління	86
Висновки до розділу 3	89
ВИСНОВКИ	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	91
ДОДАТКИ	92

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В сучасних умовах воєнного стану в Україні надважливим питанням є перебудова машинобудівної галузі країни, створення та ефективне функціонування мережі середніх та малих підприємств, що спеціалізуються на виробництві деталей вузлів сучасної техніки. Така практика виправдала себе під час реформування підприємств машинобудування розвинених країн світу. Це необхідна інфраструктура сучасного машинобудування. Разом з спеціалізованим виробництвом заготовок, інструментів, оснастки, вона повинна скласти основу комплексу галузей загального машинобудування.

Підвищення продуктивності праці досягається розподілом праці та спеціалізацією виробництва, насамперед, на базі фундаментального підходу до проектування та виробництва техніки.

Важливою рисою моделі машинобудування в сучасних умовах повинно бути поєднання високоспеціалізованого виробництва функціональних вузлів та деталей техніки з кваліфікованим рівнем розробки технічних пристроїв.

Одним із завдань на етапі переходу до новітніх технологій і переоснащення галузі новими верстатами, є збереження парку металообробної техніки у відповідному стані задля збереження кваліфікації працівників галузі.

Складовими досягнення цієї мети є використання нового обладнання та нових технологій, кооперація з розвиненими країнами, переорієнтація на нові ринки збуту і, як наслідок, освоєння випуску нової продукції, яка відповідала б світовим стандартам.

У зв'язку із призупиненням виробництва в нашій країні металообробних верстатів взагалі, а зокрема токарних шестишпindelних горизонтальних автоматів та напівавтоматів ряду 1Б240, підтримання парку таких верстатів у належному стані є важливим завданням. При обслуговуванні обладнання в системі ППР необхідно мати фонд запасних частин для заміни ними зношених при капітальному ремонті.

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вітчизняне машинобудування недостатньо забезпечене високоякісним інструментом, оснасткою, прогресивними високошвидкісними верстатами з ЧПУ та оброблювальними центрами. Важливим є забезпечення розвитку в Україні спеціалізованого виробництва інструментів та технологічної оснастки.

Мета бакалаврської роботи полягає в розробці ефективного технологічного процесу виготовлення деталі “Стакан” корпусу коробки передач токарного багатошпиндельного напівавтомата, який відповідатиме сучасним вимогам до надійності та якості.

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Опис виробу, в який входить деталь.

Деталь «Стакан» 017-002-0088 входить до складу вузла коробки передач токарного шестишпиндельного горизонтального пруткового автомата моделі 1Б240-6 (1Б240-6К). Вона виконує функцію опори для вала 8, на якому встановлюються змінні шестерні. Отвір $\varnothing 90$ Is7 призначений для розміщення підшипників. У коробці передач встановлено ще 7 аналогічних стаканів, тому цю деталь обрано як типового представника для виконання розрахунків по ділянці.

Кріплення деталі до корпусу коробки передач здійснюється за допомогою трьох болтів, що встановлюються через отвори $\varnothing 13$ з потаєм $\varnothing 20$. У «стакані» також передбачено різбовий отвір типу К 1/8" під конус для підведення мастила. Технологічні канавки 1 та 11 використовуються для виходу шліфувального круга під час обробки.

Автомат 1Б240-6 (1Б240-6К) призначений для виготовлення деталей з каліброваного пруткового матеріалу та труб із різних марок сталі й кольорових металів у серійному, крупносерійному та масовому виробництві.

Металеві прутки і труби повинні мати граничне відхилення не нижче h11.

1.2. Опис деталі з визначенням класу

За своєю формою та розмірами деталь «Стакан» відноситься до класу втулок. Деталь є виробом середньої складності. На деталі присутні точні поверхні $\varnothing 90$ Is7, $\varnothing 110$ h6, $\varnothing 78$ H7. Інші поверхні виконані за 14 квалітетом. Присутні 3 отвори $\varnothing 13$ з потаєм $\varnothing 20$, та 2 отвори з різьбою M12 - 7H, також є отвір з різьмою під конус К1/8". Є канавки для виходу шліфувального круга. Середня шорсткість поверхні «стакана» Ra 6,3 мкм.

Відхилення від круглості та профілю повздовжнього перерізу циліндричної поверхні отворів $\varnothing 90 \pm 0,017$ мм не повинно перевищувати 0,009 мм.

Співвісність отворів $\varnothing 90 \pm 0,017$ мм. відносно баз В та Г не повинна перевищувати 0,002 мм. Радіальне биття вищевказаних отворів повинне знаходитись в межах 0,04 мм.

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

На деталі також присутній отвір $\varnothing 6$ мм, який необхідний для штифтування деталі в корпусі коробки передач токарного напівавтомата (рис 1.1).

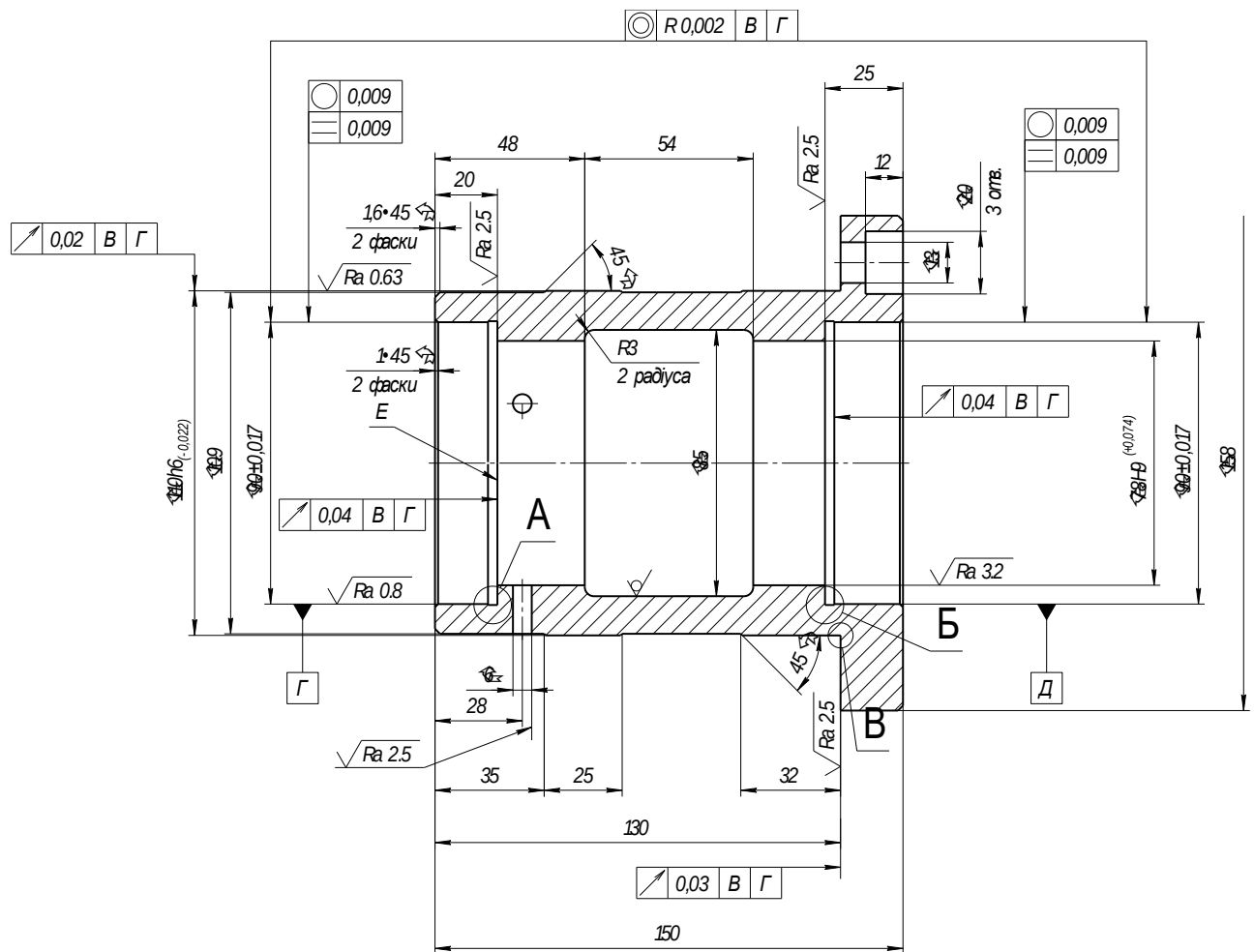


Рис 1.1. Креслення деталі

1.3. Характеристика матеріалу, хімічний склад та механічні властивості

Для виготовлення деталі «стакан» застосовується чавун марки СЧ-20 згідно з ГОСТ 1412-85, який належить до групи сірих чавунів. Сірий чавун характеризується наявністю графіту у формі пластин. За хімічним складом сірі чавуни поділяються на нелеговані (звичайні) та леговані. Звичайний сірий чавун є складним сплавом, до складу якого входять основні компоненти Fe-C-Si, а також постійні домішки: Mn, P та S. Хімічний склад цих елементів зазвичай знаходиться в таких межах: вуглець - 2,2–3,7 %, кремній - 1–3 %, марганець - 0,2–

					Арк.
					9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1,1 %, фосфор - 0,02–0,3 %, сірка - 0,02–0,15 %. У незначній кількості також можуть бути присутні хром та нікель, що потрапляють у сплав із сировини.

Ці елементи безпосередньо впливають на процес графітизації, формування структури металевої основи, кількість графітних включень і, як наслідок, — на механічні та технологічні властивості чавуну.

Зокрема, вміст вуглецю визначає рівень графітування та ливарні характеристики матеріалу. Зі зростанням вмісту вуглецю кількість графіту збільшується, що покращує рідкотекучість, але знижує механічну міцність сплаву. Тому верхня межа концентрації вуглецю обмежується евтектичною точкою. Зменшення вуглецю, навпаки, підвищує міцність, але погіршує ливарні властивості. Вибір оптимального вмісту вуглецю залежить від типу виливка: для тонкостінних виробів застосовують чавун з вищим вмістом вуглецю, а для товстостінних - із нижчим.

Кремній має виражений графітизувальний ефект — він сприяє утворенню графіту під час кристалізації чавуну, а також сприяє розпаду цементиту, який формується в процесі затвердіння.

Марганець, навпаки, ускладнює процес графітизації, проте може дещо покращити механічні властивості чавуну, особливо в тонкостінних виливках.

Сірка є небажаною домішкою, оскільки негативно впливає як на механічні, так і на ливарні властивості чавуну. Вона знижує рідкотекучість, підвищує усадку та збільшує ризик утворення тріщин у виливках.

Фосфор у кількості до 0,3 % розчиняється у фериті. При вищому вмісті фосфор формує з залізом і вуглецем потрібну евтектику, відому як «фосфідна», яка характеризується низькою температурою плавлення (~950 °C), що покращує рідкотекучість чавуну. Водночас ця евтектика відзначається підвищеною твердістю і крихкістю.

Збільшений вміст фосфору (до 0,7 %) допускається у виливках, для яких важлива зносостійкість, а також у виробках художнього лиття (до 1 %). У відповідальних і навантажених деталях вміст фосфору обмежують до 0,3 %.

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, ступінь графітизації в сірому чавуні зростає зі збільшенням вмісту вуглецю та кремнію. Подібну, хоча й менш виражену дію, чинять також такі елементи, як мідь і нікель, що можуть бути присутні як домішки або як легуючі добавки. До елементів, що пригнічують процес графітизації (так звані «відбілюючі»), належать марганець, сірка та хром.

Ключовими хімічними елементами, за допомогою яких регулюють структуру металевої основи сірого чавуну, залишаються вуглець і кремній. Водночас, окрім хімічного складу, на формування структури і властивостей чавуну істотно впливають технологічні чинники - насамперед швидкість охолодження. При повільному охолодженні зростає частка графіту, тоді як при високій швидкості охолодження збільшується вміст хімічно зв'язаного вуглецю у вигляді цементиту.

При виборі режиму охолодження необхідно враховувати товщину стінок виливка: чим вона більша, тим нижча швидкість охолодження, що сприяє активнішому процесу графітизації.

У випадку використання чавуну з підвищеним вмістом кремнію та повільним охолодженням кристалізація проходить згідно зі стабільною фазовою діаграмою Fe–C - у цьому випадку графіт формується безпосередньо з рідкої фази. Якщо ж охолодження є інтенсивним, умови змінюються відповідно до метастабільної діаграми Fe–Fe₃C, унаслідок чого з розплаву спочатку виділяється цементит, а графіт утворюється лише під час подальшого його розпаду при охолодженні. Іноді розпад цементиту не відбувається повністю, і в структурі зберігається ледебурит, що проявляється у вигляді «відбілу».

Механічні властивості сірого чавуну визначаються структурою металевої основи та, насамперед, кількістю, формою і розмірами графітових включень. Із підвищенням вмісту перліту, структура якого схожа на сталеву, зростають міцність, твердість і зносостійкість чавуну.

Графіт, що має дуже низьку міцність, чинить суттєвий вплив на властивості матеріалу, діючи як внутрішні надрізи або мікротріщини. Такі включення ослаблюють металеву основу, і саме в зоні кінців графітових пластинок часто

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ініціюється руйнування при розтягуванні - найбільш критичному виді навантаження. Через це сірі чавуни мають обмежену міцність на розрив і низьку пластичність.

Маркування сірого чавуну складається з аббревіатури «СЧ» (сірий чавун) та числа, що вказує на межу міцності при розтяганні в кгс/мм².

Хоча графіт знижує міцнісні характеристики, він водночас надає чавуну низьку цінних експлуатаційних властивостей. Зокрема, графіт полегшує обробку різанням, забезпечуючи дроблення стружки та змащувальну дію, що покращує зносостійкість. Також він забезпечує високу демпфуючу здатність і знижує чутливість матеріалу до поверхневих дефектів. Завдяки цьому деталі з сірого чавуну в ряді випадків мають кращу витривалість до втомних навантажень, ніж аналогічні сталеві вироби.

Сфера застосування литих виробів із сірого чавуну охоплює широкий діапазон мас - від декількох грамів (наприклад, поршневі кільця) до великих виливків вагою понад 100 тонн (наприклад, станини верстатів).

Марка СЧ20 відноситься до феритно-перлітного типу сірого чавуну. Такі чавуни, як СЧ20, СЧ21 та СЧ25, застосовуються для виготовлення деталей, що працюють в умовах значних статичних і динамічних навантажень. До таких деталей належать блоки циліндрів, картери двигунів, поршні, корпуси зчеплень, станини верстатів, зубчасті колеса та інші відповідальні виливки (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Механічні властивості СЧ 20

Твердість по Бринелю, НВ	170-241
Границя міцності при розтягненні, МПа, (кг•с/мм ²)	20(200)
Границя міцності при згині, МПа, (кг•с/мм ²)	20 (200)
Межа міцності при розтязі, МПа	214
Межа міцності при стисканні, МПа	765
Межа міцності при згинанні, МПа	408

1.4. Аналіз технологічності конструкції деталі по кількісним та якісним показникам

Одним з факторів, що впливають на характер технологічного процесу, є аналіз технологічності конструкції деталі. Він виконується по двом показникам: якісному та кількісному.

1.4.1. Аналіз технологічності по якісним показникам.

Розглянута деталь належить до класу «тіл обертання» і має конфігурацію середнього рівня складності. Поверхні Ø90 Is7, Ø158 та Ø109 забезпечують надійне базування і жорстке закріплення під час обробки на верстатах. Виготовлення деталі типу «стакан» здійснюється методом лиття із сірого чавуну марки СЧ 20, що дозволяє отримати необхідну геометрію зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь без значних складнощів. Проте, для формування внутрішніх порожнин і складного зовнішнього рельєфу необхідне застосування стержнів у процесі формовки.

Внутрішні поверхні, зокрема отвір $\text{Ø}90 \pm 0,017$ мм, вважаються малотехнологічними з точки зору виготовлення, оскільки потребують високої точності – до 0,002 мм. Досягнення таких параметрів можливе лише шляхом заключної обробки на внутрішньо-шліфувальних верстатах.

Загалом деталь характеризується достатньо високим рівнем технологічності: допускається застосування високопродуктивних режимів механічної обробки, є зручні та стабільні базові поверхні для виконання перших установок, а сама конструкція не ускладнює виробничий процес. Розміщення гладких кріпильних отворів дозволяє ефективно використовувати багатоінструментальні методи обробки, у тому числі на багатошпиндельних верстатах.

					МІ 131.00.1/Б 102/С 001 00-ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2. Аналіз технологічності по кількісним показникам

Аналіз технологічності деталі наведений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Показники технологічності деталі

Найменування конструктивного елемента деталі (КЕД)	КЕД по вимогам точності			КЕД по шорсткості							
				(Ra)							(Rz)
	6	7	14	0,63	1,25	2,5	5	6,3	10	12,5	
Зовнішні циліндричні поверхні	2		3	2				3			1
Внутрішні циліндричні поверхні		4	8		2			2	2	4	
Плоскі поверхні			7			3		7			
Канавки			3				1				
Різьбові отвори		2	1					9			
Фаски			9					3			

по коефіцієнту точності

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} > 0.8 \quad (1.1)$$

де $A_{ср}$ - середній квалітет точності.

Показники кількісного виду технологічної конструкції

$$A_{ср} = \frac{2 \times 6 + 6 \times 7 + 31 \times 14}{39} = 12.5$$

тоді:

$$K_{тм} = 1 - \frac{1}{12.5} = 0.92 > 0.8 \quad (1.2)$$

По коефіцієнту точності деталь технологічна.

по коефіцієнту шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}} < 0.32 \quad (1.3)$$

де $B_{ср}$ - середня шорсткість в параметрах Ra. 50 Rz = 16 Ra

$$B_{ср} = \frac{2 \times 0.63 + 2 \times 1.25 + 3 \times 2.5 + 1 \times 5 + 24 \times 6.3 + 2 \times 10 + 4 \times 12.5 + 1 \times 14}{36} = 6.985$$

тоді

$$K_{ш} = \frac{1}{6.985} = 0.14 < 0.32$$

По коефіцієнту шорсткості деталь технологічна.

Висновок: Деталь “стакан” є технологічною по кількісним та якісним

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показникам.

1.5. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Склад технічних вимог:

Точність взаємного розташування поверхонь деталі:

- відхилення співвісності Ø90Is7 не повинно перевищувати 0,02 мм.
- допуск округлості та допуск профілю поздовжнього перерізу Ø70Is7(Г) не повинен перевищувати 0,009 мм.
- допуск округлості та допуск профілю поздовжнього перерізу Ø90Is7(В) не повинен перевищувати 0,009 мм.
- допуск торцевого биття Ø90,5 по відношенню до поверхні Г,В не більше 0,04 мм.
- биття поверхні Ø110Н6 по відношенню до поверхні В,Г не більше 0,02мм.

Методи їх досягнення:

Обробка деталі з найменшою кількістю переустановок та збереження єдиної бази на якнайбільшій кількості операцій. Виконати попереднє та кінцеве шліфування після попереднього та кінцевого точіння.

Засоби контролю:

Контроль здійснюється за допомогою контрольно-вимірювального інструмента та пристроїв, наприклад - індикаторна головка годинникового типу з точністю вимірювань 0,01 мм.

1.6. Визначення типу виробництва та технологічності деталі

Тип виробництва визначається з урахуванням маси деталі та обсягу річної програми випуску. У даному випадку обрано серійний тип виробництва, оскільки для деталей масою 6,25 кг він відповідає обсягу випуску в межах 5000–10000 штук на рік. Згідно з завданням на дипломний проєкт, передбачено виготовлення 5000 штук на рік, що повністю відповідає вимогам серійного виробництва.

Серійне виробництво відзначається обмеженим асортиментом продукції,

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яка виготовляється повторюваними партіями. Такий тип організації забезпечує раціональне використання технологічного обладнання та підвищення продуктивності.

Для серійного виробництва визначення розміру технологічної партії - тобто кількості деталей, що піддаються обробці одночасно - є необхідним етапом. Цей параметр використовується, зокрема, для розрахунку штучно-калькуляційного часу, і обчислюється за відповідною формулою:

$$n = \frac{N \times t}{\Phi} \quad (1.4)$$

де $N = 5000$ шт. - річна програма випуску деталей;

$t = 8$ днів - кількість днів знаходження деталей в цеху;

$\Phi = 243$ - кількість робочих днів у році;

$$n = \frac{5000 \times 8}{243} = 165 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 165$ шт.

Розмір технологічної партії “ n ” округлюємо в більшу сторону до розміру, кратному річній програмі випуску деталей. Отже розмір технологічної партії приймаємо $n = 165$ шт.

Розмір передаточної партії:

$$P = \frac{n}{4...5} = \frac{165}{5} = 33, \text{ шт.} \quad (1.5)$$

Висновок по розділу 1. Вищенаведений аналіз показує, що деталь є технологічною.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Вибір вихідної форми заготовки та обґрунтування методу її виготовлення.

В якості заготовок зазвичай використовують круглий прокат, труби, поковки, штампування, профільний прокат, виливки та інші види напівфабрикатів. Вибір способу отримання заготовки залежить від таких факторів: виду та властивостей матеріалу; фізико-механічних характеристик; обсягів виробництва; геометричних розмірів і форми деталі; наявних виробничих потужностей.

Для виготовлення деталі типу «Стакан» обрано заготовку у вигляді вилівка, виконаного у піщано-глинистих формах із застосуванням машинної формовки за дерев'яною моделлю. Заготовка виготовляється з сірого чавуну марки СЧ 20 і відповідає вимогам: 9 клас розмірної точності; 11 ступінь короблення; 10 ступінь точності оброблених поверхонь; 11 клас точності маси.

Досягнення 9 класу точності забезпечується завдяки використанню машинної формовки з механізованим вийманням дерев'яних моделей, які закріплені на знімних металевих плитах. Заливання проводиться у сирі або підсушені форми, що є характерним для серійного лиття.

Застосування текучих формувальних сумішей при литті у піщані форми значно підвищує ефективність виробництва - зменшує трудомісткість процесу виготовлення форм і стрижнів у 3–5 разів, усуває потребу в ручній праці та дає можливість повністю механізувати або автоматизувати процес незалежно від складності конфігурації та розмірів виробів.

Лиття в опоки з механізованою формовкою забезпечує отримання виливків з невисокою шорсткістю поверхні та підвищеною геометричною точністю, що позитивно впливає на якість чорнових баз під час подальшої механічної обробки.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Особливості виготовлення ливарної форми

На сучасному етапі ливарного виробництва застосовуються різноманітні зв'язувальні компоненти для виготовлення формувальних і стрижневих сумішей, проте більшість із них не повністю відповідають сучасним вимогам до якості та екологічної безпеки.

Традиційні суміші на основі органічних зв'язувальних речовин (синтетичних смол, оліфи тощо) мають хороші фізико-механічні й технологічні властивості: низьке дозування, швидке твердіння, невисока залишкова міцність, а також нетоксичність під час затвердіння й термічного впливу при заливанні металу. Водночас такі компоненти є дорогими та часто дефіцитними.

Формувальні суміші з глиняним зв'язувальним характеризуються підвищеною осипністю, що ускладнює отримання якісної поверхні виливка. Суміші на основі рідкого скла, навпаки, мають надмірну залишкову міцність, що ускладнює процес витягання виливка з форми.

У зв'язку з цим актуальною є розробка екологічно безпечних сумішей на неорганічній основі, які б відповідали заданим фізико-механічним та технологічним характеристикам.

На основі лужних алюмосилікатних зв'язувальних речовин створені нові формувальні та стрижневі суміші, які задовольняють сучасні вимоги. Основні їх характеристики:

- міцність при стисканні після сушіння: 0,6–5 МПа;
- газопроникність: 120–180 од.;
- міцність на розтяг у сухому стані: 0,6–1,4 МПа;
- залишкова міцність: 0,004–0,03 МПа;
- коефіцієнт регенерації після сухої механічної обробки: 70–80 %.

Таким чином, розроблені суміші на основі лужного алюмосилікатного зв'язувального забезпечують необхідні технологічні властивості, а за окремими параметрами - зокрема газопроникністю, низькою залишковою міцністю та високою регенераційною здатністю - перевершують традиційні суміші на основі глини, рідкого скла чи цементу.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формування є технологічним процесом створення одноразових ливарних форм, який є одним із найвідповідальніших і найтрудомісткіших етапів усього циклу виготовлення виливків. Саме від якості виконання формувальних операцій значною мірою залежить кінцева якість відливки.

Процес формування включає:

- ущільнення формувальної суміші з метою забезпечення точного відтворення контурів моделі, надання формі необхідної міцності при збереженні таких властивостей, як піддатливість та газопроникність;

- формування вентиляційних каналів для виведення газів, що утворюються під час заливання металу;

- акуратне видалення моделі з форми;

- завершальну обробку форми та її складання, включаючи монтаж стрижнів.

Залежно від геометричних параметрів виливка (маси, габаритів, товщини стінок), а також типу ливарного сплаву, відливання здійснюється у сирі, висушені або хімічно затверділі форми. Виготовлення форм може виконуватися вручну, на формувальних машинах, а також на напівавтоматичних чи автоматичних лініях.

Оскільки маса даної відливки становить менше 500 кг, доцільним є заливання у сиру форму. Цей спосіб є більш раціональним з технологічної точки зору, оскільки не потребує сушіння форми, що скорочує загальний виробничий цикл.

У серійному виробництві можливе застосування як ручного, так і машинного формування. У даному випадку доцільно використовувати машинне формування, яке дозволяє механізувати ключові операції — ущільнення суміші та витягування моделі, а також частково автоматизувати допоміжні процеси, такі як встановлення ливникових каналів, поворот опок тощо.

Механізація формувального процесу забезпечує:

- підвищення якості ущільнення;
- зростання точності геометричних параметрів виливків;
- суттєве збільшення продуктивності праці;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- полегшення фізичного навантаження на працівників;
- покращення санітарно-гігієнічних умов у ливарному цеху;
- зменшення відсотку браку.

Як формувальне обладнання для виготовлення виливка обирається машина імпульсного типу, у якій ущільнення формувальної суміші здійснюється за рахунок дії повітряної (газової) ударної хвилі. У процесі роботи в порожнину форми з великою швидкістю подається стиснене повітря під тиском близько 1 МПа (10^6 Па), що спричиняє миттєве ущільнення суміші за 0,02–0,05 с. Після цього надлишкове повітря виводиться через вентиляційні канали, а верхній шар суміші додатково ущільнюється методом підпресовки.

При використанні традиційних піщано-глинистих формувальних сумішей твердість поверхні готової форми досягає 89–94 одиниць. Найвищий рівень ущільнення досягається безпосередньо перед розбиранням напівформ. Такий метод значно покращує технологічні властивості форми, забезпечуючи вищу точність виливків, зниження відсотку браку, а також покращення умов праці за рахунок усунення вібрації та шуму.

Для проведення техніко-економічного обґрунтування обрано варіант виготовлення виливка у піщаних формах з використанням машинного формування.

Якість литої заготовки, відповідно до стандартних вимог, визначається такими основними параметрами:

- клас розмірної точності;
- ступінь короблення;
- ступінь точності поверхонь;
- клас точності маси.

Обґрунтування положення деталі у формі під час заливання

Ключовою метою правильного розміщення деталі у формі є забезпечення якісного лиття поверхонь, які підлягають подальшій механічній обробці, без утворення дефектів. При виборі положення виливка у формі слід дотримуватись наступних рекомендацій:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відповідальні та оброблювані поверхні повинні розташовуватись у нижній частині форми, що знижує ймовірність появи раковин і шлакових включень;
- вибране положення повинне гарантувати стійке розміщення стрижнів під час заливання;
- повинна забезпечуватись можливість контролю товщини стінок виливка при складанні форми.

2.3. Обґрунтування вибору поверхні рознімання форми та моделі

Поверхня, що утворюється в місці з'єднання верхньої та нижньої частин ливарної форми, називається поверхнею рознімання. Вона виконує важливу функцію: забезпечує можливість вилучення моделі з ущільненої формувальної суміші та встановлення стрижнів у форму. За характером геометрії така поверхня може бути плоскою або складної (фасонної) форми.

Правильний вибір рознімання впливає на конструкцію форми та моделі, визначає необхідність застосування стрижнів, розмір опок, величину формувальних нахилів, а також складність технологічного процесу. Помилкове розміщення поверхні рознімання може призвести до деформацій геометрії відливки, надмірного ускладнення процесу формування та складання форми, а також збільшення витрат на виготовлення. Тому вибір оптимальної поверхні рознімання є важливою умовою забезпечення якості та економічності ливарного виробництва.

2.4. Обґрунтування величини усадки і припусків на механічну обробку, нахилів.

Усадка - це властивість металів і сплавів зменшувати свій об'єм під час затвердіння та подальшого охолодження. У зв'язку з цим модель для виготовлення виливка повинна бути більших розмірів, ніж сам готовий виріб. Зменшення лінійних розмірів виливка, що відбувається під час твердіння та охолодження, називається ливарною усадкою. Її величина залежить від хімічного складу сплаву, геометрії деталі та особливостей конструкції форми.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припуски на механічну обробку передбачаються на всіх поверхнях, що будуть оброблятися після лиття. Їх розміри визначаються з урахуванням:

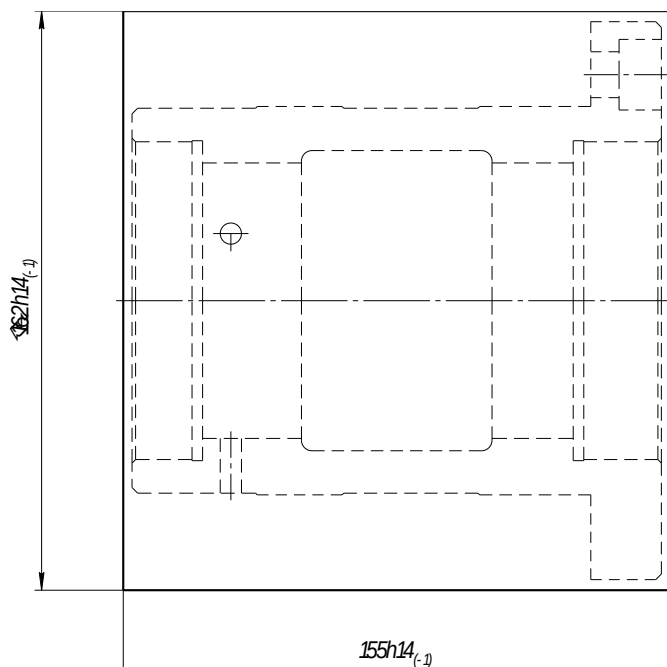
- розташування поверхні у формі;
- типу формувального процесу (ручне чи машинне);
- вимог до точності та чистоти обробки;
- габаритів деталі.

За рахунок вищої точності лиття при машинному формуванні, необхідні припуски на обробку, як правило, менші, ніж при ручному виготовленні форм. Найбільші припуски надаються тим поверхням, що під час заливання знаходяться у верхній частині форми, оскільки саме вони найбільш схильні до забруднення неметалевими включеннями.

Відповідно до стандартів, серед рекомендованих способів лиття в піщані форми, для даного випадку доцільно застосувати формувальну суміш із середніми характеристиками — вологістю 2,8–3,5% та щільністю 120–160 одиниць.

2.5. Порівняння двох варіантів виготовлення заготовки

Для виготовлення заданої деталі можна використати 2 наступні варіанти заготовок: заготовка відливка циліндричної форми (рис 2.1), відливка (рис 2.2).



					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Рис. 2.1. Заготовка – 1 варіант

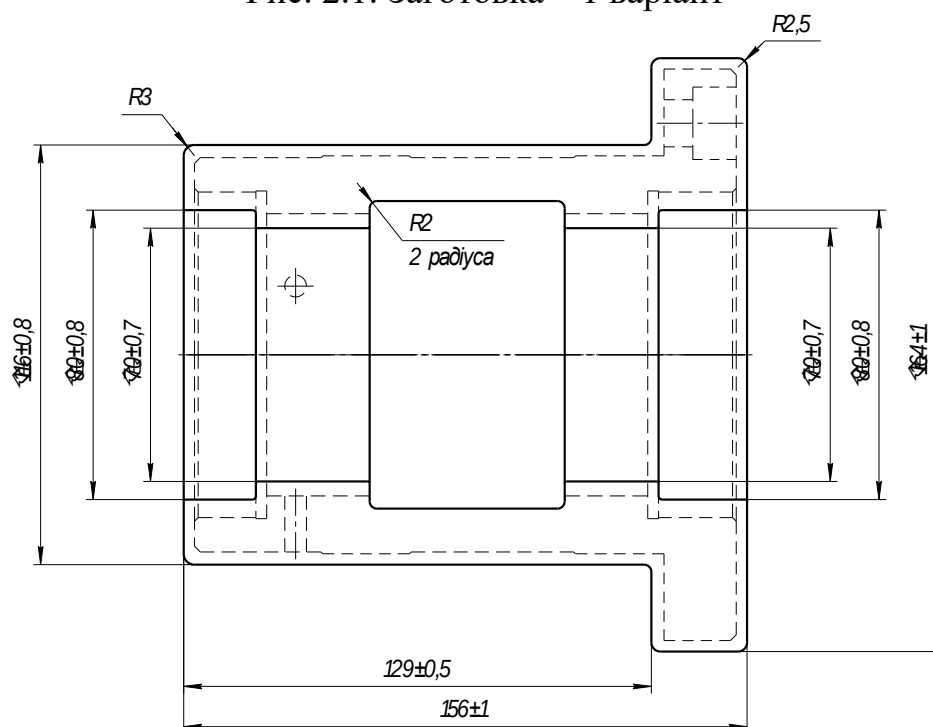


Рис. 2.2. Заготовка – 2 варіант

2.3.1 Загальні припуски вибрані по ГОСТ 26645-85 та занесені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Загальні припуски

Номінальний розмір	Шорсткість	Загальний припуск	Розрахунковий розмір	Прийнятий розмір
Ø158 h10	3,2	2,0 · 2	Ø162±1	Ø164±1
Ø110h6	0,63	3,4 · 2	Ø116,8±0,8	Ø116±0,8
Ø78H9	3,2	2,0 · 2	Ø74±0,7	Ø70±0,7
Ø90Is7	0,8	3,4 · 2	Ø83,2±0,8	Ø80±0,8
150	6,3	2,0 + 2	154±1	156±1
20	6,3	1,6	21,6±0,5	25±0,5

2.6. Визначення коефіцієнту використання матеріалу

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$K_m = \frac{M_d}{M_z} \quad (2.1)$$

де M_d - маса деталі; M_z - маса заготовки.

Розрахунок коефіцієнту використання матеріалу для заготовки циліндричної форми.

Визначаємо розрахункову масу прокату:

$$M_{заг} = \frac{\pi \times d^2}{4} l \times 7,1 \times 10^{-6} \quad (2.2)$$

де d - діаметр заготовки;

l - довжина заготовки.

$$M_{заг} = \frac{3,14 \times 164^2}{4} \times 155 \times 7,1 \times 10^{-6} = 23,24 \text{ кг.}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу становитиме:

$$K_m = \frac{6,25}{23,24} = 0,26$$

Розрахунок коефіцієнту використання матеріалу для заготовки відливки.

Отже маса заготовки дорівнює:

$$M_{заг} = \left(\frac{3,14 \cdot 164^2}{4} \cdot 25 + \frac{3,14 \cdot 116^2}{4} \cdot 131 - \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 31,5 - \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 26 - \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 28 - \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 23 - \frac{3,14 \cdot 85^2}{4} \cdot 54 \right) \times 7,1 \cdot 10^{-6} = 8,23 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу становитиме:

$$K_m = \frac{6,25}{8,23} = 0,76$$

Висновок: заготовка виконана за варіантом 2 - більш економічна.

2.7. Встановлення технічних вимог до заготовки

1. Точність розмірів відливки характеризується допусками на розмір, залежних від їх номінального значення по ГОСТ 25347-82.
2. Марка чавуну СЧ20, хімічний склад, механічні властивості повинні відповідати вимогам ГОСТ 1412-85.
3. Не вказані радіуси заокруглень 1...2мм.
4. Поверхневі дефекти допускаються на глибину не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку.

2.3.4 Економічне обґрунтування вибору заготовки

Визначаємо вартість заготовки із прокату за формулою:

$$C_{заг} = \frac{C_{1T}}{1000} \times M_{заг} + C_p = \frac{2400}{1000} \times 23,24 + 2,1 = 57,88 \text{ грн} \quad (2.3)$$

де C_{1T} - ціна за тону прокату (C_{1T} = 2400 грн.)

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ср - ціна різання заготовки (Ср = 2,1грн.)

Визначаємо вартість заготовки відливки за формулою:

$$C_{3AG} = \frac{C_{1T}}{1000} M_{3AG} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (2.4)$$

де С_{1Т} - ціна за тону відливки (С_{1Т} = 6330 грн.).

К₁, К₂, К₃, - коефіцієнти серійності, маси і складності заготовки (К₁=1, К₂ = 1,3, К₃ = 0,77)

$$C_{3AG} = \frac{6330}{1000} \times 8,23 \times 1 \times 1,3 \times 0,77 = 52,15 \text{ грн}$$

Таблиця 2.2. Розрахунки вартості

№ п/п	Тип заготовки	С _{ЗАГ} , грн.	К _{ВМ}
1	Варіант 1	57,88	0,26
2	Варіант 2	52,15	0,76

Таким чином, розрахунками (п.2.3.2 та п.2.3.4) встановлено, що оптимальним варіантом буде вибір заготовки відливка, так як вона має меншу вартість та більший коефіцієнт використання матеріалу ніж заготовка із прокату (табл. 2.2).

2.4. План обробки поверхні деталі з встановленням ступеню точності, шорсткості, операційних припусків та операційних розмірів з допусками

Припуском називається шар матеріалу, залишений на поверхні заготовки з метою компенсації можливих відхилень у процесі виготовлення деталі та забезпечення досягнення заданих розмірів після остаточної обробки. Припуски поділяються на мінімальний, номінальний та максимальний, і вони видаляються в процесі механічної обробки для досягнення необхідної точності.

У процесі проєктування та виготовлення деталі підлягають розрахунку саме мінімальні та максимальні припуски. Різниця між ними зумовлена можливими відхиленнями оброблюваного розміру в межах установленого допуску, що впливає на фактичну величину припуску.

					МП 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення припуску для конкретної поверхні деталі може бути визначено аналітичним методом або обрано згідно з нормативними таблицями та довідковими матеріалами.

2.8.1 Розрахунок припусків на обробку поверхні Ø110h6.

Токарна обробка ведеться на верстаті 1В340Ф30, шліфувальна ведеться на круглошліфувальному верстаті 3Б151.

Для досягнення даного квалітету точності виконуються такі операції:
чорнове та чистове точіння з подальшим шліфуванням

Заготовка - відливка Ø116,8±0,8

Призначаємо порядок обробки:

Точіння чорнове:	IT12
Точіння чистове:	IT10
Шліфування попереднє:	IT8
Шліфування кінцеве:	IT6

Мінімальний припуск на обробку зовнішніх поверхонь визначається по формулі 2.5:

$$2Z \min = 2(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_{yi}^2} \quad (2.5)$$

де Rz - висота нерівності профілю на попередньому переході.

h - глибина дефектного поверхневого прошарку на попередньому переході.

Δ - сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході.

E - похибка встановлення заготовки на виконаному переході.

Визначаємо шорсткість та глибину дефектного шару по переходам та дані заносяться до таблиці.

Для заготовки $Rz = 200$ мкм, $h = 300$ мкм.

Точіння чорнове: $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм.

Точіння чистове: $Rz = 25$ мкм. $H = 25$ мкм.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Шліфування попереднє: $R_z = 10$ мкм, $h = 20$ мкм.

Шліфування кінцеве: $R_z = 5$ мкм, $h = 15$ мкм [9].

Визначається похибка обробки.

$$\Delta \Sigma = \sqrt{\Delta \Sigma \kappa^2 + \Delta \varphi^2} \quad (2.6)$$

де $\Delta \Sigma \kappa$ - загальне відхилення осі від прямолінійності (короблення);

L – Довжина заготовки = 199мм;

$\Delta \kappa = 0,6$;

$\Delta \varphi$ – зміщення осі заготовки:

Для визначення похибки заготовки при точінні та шліфуванні використовуються коефіцієнти уточнення.

$K_{у.чорн.точ.} = 0,06$; $K_{у.чис.точ.} = 0,04$; $K_{у.поп.шліф.} = 0,03$; $K_{у.кін.шліф.} = 0,02$ [1]

$$\Delta \Sigma_{чорн.точ.} = \Delta \Sigma_{заг.} \times K_{у.чорн.точ.} = 25 \text{ мкм} \quad (2.7)$$

$$\Delta \Sigma_{чис.точ.} = \Delta \Sigma_{чорн.точ.} \times K_{у.чис.точ.} = 0,5 \text{ мкм} \quad (2.8)$$

Так, як $\Delta \Sigma_{чис.точ.} = 0,5 \text{ мкм} < 5 \text{ мкм}$, то в подальших розрахунках не враховується.

Похибка встановлення E_y визначається по таблицях [9].

$E_{у.чорн.точ.} = 100 \text{ мкм}$

$E_{у.чис.точ.} = 50 \text{ мкм}$

$E_{у.поп.шліф.} = 35 \text{ мкм}$

$E_{у.кін.шліф.} = 35 \text{ мкм}$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір:

$$2Z \min_{чис.точ.} = 2 \times ((R_z + h)_{чис.точ.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{чис.точ.} + E_y^2_{чис.точ.}}) = 2 \times ((50 + 50) + \sqrt{25^2 + 50^2}) = 312 \text{ мкм.}$$

$$2Z \min_{чорн.точ.} = 2 \times ((R_z + h)_{чорн.точ.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{чорн.точ.} + E_y^2_{чорн.точ.}}) = 2 \times ((200 + 300) + \sqrt{200^2 + 100^2}) = 1477 \text{ мкм.}$$

					МП 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$2Z \min \text{поп.шліф.} = 2 \times ((Rz + h)_{\text{чист.точ.}} + \sqrt{\Delta \Sigma^2 \text{чист.точ.} + E_y^2 \text{поп.шліф.}}) =$$

$$2 \times ((25 + 25) + \sqrt{0^2 + 35^2}) = 170 \text{ мкм.}$$

$$2Z \min \text{кін.шліф.} = 2 \times ((Rz + h)_{\text{поп.шліф.}} + \sqrt{\Delta \Sigma^2 \text{поп.шліф.} + E_y^2 \text{кін.шліф.}}) =$$

$$2 \times ((10 + 20) + \sqrt{0^2 + 35^2}) = 130 \text{ мкм.}$$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір деталі:

$$D_{\min. \text{деталі.}} = d_{\text{ном}} + E_i = 110 + (-0,022) = 109,978 \text{ мм}$$

мінімальний розмір після попереднього шліфування

$$D_{\min. \text{поп.шліф.}} = d_{\min. \text{деталі.}} + 2Z_{\min. \text{кін.шліф.}} = 109,978 + 0,130 = 110,108 \text{ мм}$$

мінімальний розмір після чистового точіння

$$D_{\min. \text{чист.точ.}} = d_{\min. \text{чор.шліф.}} + 2Z_{\min. \text{чорн.шліф.}} = 110,108 + 0,170 = 110,278 \text{ мм}$$

мінімальний розмір після чорнового точіння

$$D_{\min. \text{чор.точ.}} = d_{\min. \text{чист.точ.}} + 2Z_{\min. \text{чист.точ.}} = 110,278 + 0,312 = 110,599 \text{ мм}$$

мінімальний розмір заготовки

$$D_{\min. \text{загот.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} + 2Z_{\min. \text{чор.точ.}} = 110,599 + 1,477 = 112,076 \text{ мм}$$

Визначаємо розрахунковий максимальний розмір деталі:

$$D_{\max. \text{загот.}} = d_{\min. \text{заг.}} + T_d = 112,076 + 0,87 = 112,946 \text{ мм}$$

$$D_{\max. \text{чорн.точ.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} + T_d = 110,599 + 0,350 = 110,949 \text{ мм}$$

$$D_{\max. \text{чист.точ.}} = d_{\min. \text{чист.точ.}} + T_d = 110,278 + 0,14 = 110,418 \text{ мм}$$

$$D_{\max. \text{поп.шліф.}} = d_{\min. \text{поп.шліф.}} + T_d = 110,108 + 0,054 = 110,162 \text{ мм}$$

$$D_{\max. \text{деталі.}} = d_{\min. \text{деталі.}} + T_d = 109,978 + 0,022 = 110 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальний припуск:

$$2Z_{\max. \text{чор.точ.}} = d_{\max. \text{заг.}} - d_{\max. \text{чорн.точ.}} = 112,946 - 110,949 = 1,997 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{чис.точ.}} = d_{\max. \text{чор.точ.}} - d_{\max. \text{чис.точ.}} = 110,949 - 110,418 = 0,531 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{поп.шліф.}} = d_{\max. \text{чис.точ.}} - d_{\max. \text{поп.шліф.}} = 110,418 - 110,162 = 0,256 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{кін.шліф.}} = d_{\max. \text{поп.шліф.}} - d_{\max. \text{кін.шліф.}} = 110,162 - 110 = 0,162 \text{ мм}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо мінімальний припуск:

$$2Z_{\min. \text{чор.точ.}} = d_{\min. \text{заг.}} - d_{\min. \text{чорн.точ.}} = 112.076 - 110.599 = 1.477 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{чис.точ.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} - d_{\min. \text{чис.точ.}} = 110.599 - 110.278 = 0.321 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{поп.шліф.}} = d_{\min. \text{чис.точ.}} - d_{\min. \text{поп.шліф.}} = 110.278 - 110.108 = 0.17 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{кін.шліф.}} = d_{\min. \text{поп.шліф.}} - d_{\min. \text{кін.шліф.}} = 110.108 - 109.978 = 0.13 \text{ мм}$$

Перевірка.

$$d_{\max. \text{заг.}} - d_{\max. \text{дет.}} = \sum 2Z_{\max}$$

$$d_{\min. \text{заг.}} - d_{\min. \text{дет.}} = \sum 2Z_{\min}$$

$$112.946 - 110 = 2.946 \text{ мм}$$

$$2,946 = 2,946$$

$$1,997 + 0,531 + 0,256 + 0,162 = 2,946 \text{ мм}$$

$$112,076 - 109,978 = 2,098 \text{ мм}$$

$$2,098 = 2,098$$

$$1,477 + 0,321 + 0,17 + 0,13 = 2,098 \text{ мм}$$

Розрахунки виконано вірно.

Розрахунки міжопераційних припусків на обробку представлено в табл. 2. 3.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3

Елементарна поверхня деталі і технологічний маршрут її обробки.	Елементи припуски, мкм				Розраху нковий припуск 2Zmin, мкм	Розраху нковий мінімаль ний розмір, мм	Допуск на виготов лення Td, мкм	Прийняті розміри по переходам, мм		Отримані граничні розміри	
	Rz	h	Δ	Eu				D max	D min	2Zmax	2Zmin
Заготовка	200	300	200	-	-	112,076	+800 -800	112,946	112,076	-	-
Точіння чорнове	50	50	25	100	1,477	110,599	0 -350	110,949	110,599	1,997	1,477
Точіння чистове	25	25	-	50	0,321	110,278	0 -140	110,418	110,278	0,531	0,321
Шліфування попереднє	10	20	-	35	0,17	110,108	0 -54	110,162	110,108	0,256	0,17
Шліфування кінцеве	5	15	-	35	0,13	109,978	0 -2,2	110	109,978	0,162	0,13
Перевірка								2,946	2,098	2,946	2,098

2.8.2. Розрахунок припусків на обробку внутрішньої поверхні Ø90Is7

Токарна обробка ведеться на верстаті 1В340Ф30, шліфувальна ведеться на внутрішньошліфувальному верстаті 3Н227.

Для досягнення даного квалітету точності виконуються наступні операції: чорнове та чистове точіння з подальшим шліфуванням

Заготовка - відливка Ø83,2±0,8 мм.

Призначаємо порядок обробки:

Розточування чорнове:	IT12
Розточування чистове:	IT10
Шліфування попереднє:	IT8
Шліфування кінцеве:	IT7

Мінімальний припуск на обробку зовнішніх поверхонь визначається по

$$\text{формулі: } 2Z_{\min} = 2(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_{yi}^2}$$

де Rz - висота нерівності профілю на попередньому переході, h - глибина дефектного поверхневого прошарку на попередньому переході, Δ - сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході, E - похибка встановлення заготовки на виконаному переході.

Визначаємо шорсткість та глибину дефектного шару по переходам та дані заносяться до таблиці.

Для заготовки $Rz = 200$ мкм, $h = 300$ мкм.

Точіння чорнове: $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм.

Точіння чистове: $Rz = 25$ мкм, $h = 25$ мкм.

Шліфування попереднє: $Rz = 10$ мкм, $h = 20$ мкм.

Шліфування кінцеве: $Rz = 5$ мкм, $h = 15$ мкм [9]. Визначається похибка обробки.

$$\Delta \Sigma = \sqrt{\Delta \Sigma_k^2 + \Delta \zeta^2}$$

де $\Delta \Sigma_k$ - загальне відхилення осі від прямолінійності (короблення), L – Довжина заготовки = 199мм, $\Delta k = 0,6$, $\Delta \zeta$ – зміщення осі заготовки:

Для визначення похибки заготовки при точінні та шліфуванні

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються коефіцієнти уточнення.

$$K_{у.чорн.точ.}=0,06;$$

$$K_{у.чис.точ.}=0,04;$$

$$K_{у.поп.шліф.}=0,03;$$

$$K_{у.кін.шліф.}=0,02 [1]$$

$$\Delta \Sigma_{чорн.точ.} = \Delta \Sigma_{заг.} \times K_{у} = 25 \text{ мкм}$$

$$\Delta \Sigma_{чис.точ.} = \Delta \Sigma_{чорн.точ.} \times K_{у} = 0,5 \text{ мкм}$$

Так, як $\Delta \Sigma_{чис.точ.} = 0,5 \text{ мкм} < 5 \text{ мкм}$, то в подальших розрахунках не враховується. Похибка встановлення $\epsilon_{у}$ визначається по таблицях [9].

$$\epsilon_{у.чорн.точ.}=100 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_{у.чис.точ.}=50 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_{у.поп.шліф.}=15 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_{у.кін.шліф.}=15 \text{ мкм}$$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір

$$2Z_{\min чорн.точ.} = 2 \times ((Rz + h)_{заг.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{заг.} + \epsilon_{у^2 чорн.точ.}}) =$$

$$2 \times ((200 + 300) + \sqrt{200^2 + 100^2}) = 1477 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min чис.точ.} = 2 \times ((Rz + h)_{чорн.точ.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{чорн.точ.} + \epsilon_{у^2 чис.точ.}}) =$$

$$2 \times ((50 + 50) + \sqrt{25^2 + 50^2}) = 312 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min поп.шліф.} = 2 \times ((Rz + h)_{чис.точ.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{чис.точ.} + \epsilon_{у^2 поп.шліф.}}) =$$

$$2 \times ((25 + 25) + \sqrt{0^2 + 15^2}) = 130 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min кін.шліф.} = 2 \times ((Rz + h)_{поп.шліф.} + \sqrt{\Delta \Sigma^2_{поп.шліф.} + \epsilon_{у^2 кін.шліф.}}) =$$

$$2 \times ((10 + 20) + \sqrt{0^2 + 15^2}) = 90 \text{ мкм.}$$

Визначаємо розрахунковий мінімальний розмір деталі:

$$D_{\min.деталі.} = d_{ном} + E_i = 90 + 0,017 = 90,017 \text{ мм.}$$

мінімальний розмір після попереднього шліфування

$$D_{\min.поп.шліф.} = d_{\min.деталі.} + 2Z_{\min.кін.шліф.} = 90,017 - 0,09 = 89,927 \text{ мм.}$$

мінімальний розмір після чистового точіння

$$D_{\min.чис.точ.} = d_{\min.поп.шліф.} + 2Z_{\min.чорн.шліф.} = 89,927 - 0,130 = 89,797 \text{ мм.}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімальний розмір після чорнового точіння

$$D_{\min. \text{чор.точ.}} = d_{\min. \text{чист.точ.}} + 2Z_{\min. \text{чист.точ.}} = 89,797 - 0,312 = 89,485 \text{ мм.}$$

мінімальний розмір заготовки

$$D_{\min. \text{загот.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} + 2Z_{\min. \text{чор.точ.}} = 89,485 - 1,477 = 88,008 \text{ мм.}$$

Визначаємо розрахунковий максимальний розмір деталі:

$$D_{\max. \text{загот.}} = d_{\min. \text{заг.}} + T_d = 88,008 - 0,435 = 87,573 \text{ мм.}$$

$$D_{\max. \text{чорн.точ.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} + T_d = 89,485 - 0,175 = 89,31 \text{ мм.}$$

$$D_{\max. \text{чист.точ.}} = d_{\min. \text{чист.точ.}} + T_d = 89,927 - 0,07 = 89,857 \text{ мм.}$$

$$D_{\max. \text{поп.шліф.}} = d_{\min. \text{поп.шліф.}} + T_d = 89,927 - 0,027 = 89,9 \text{ мм.}$$

$$D_{\max. \text{деталі.}} = d_{\min. \text{деталі.}} + T_d = 90,017 - 0,017 = 90 \text{ мм.}$$

Визначаємо максимальний припуск:

$$2Z_{\max. \text{чор.точ.}} = d_{\max. \text{заг.}} - d_{\max. \text{чорн.точ.}} = 87,573 - 89,31 = -1,737 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{чис.точ.}} = d_{\max. \text{чор.точ.}} - d_{\max. \text{чис.точ.}} = 89,31 - 89,857 = -0,547 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{поп.шліф.}} = d_{\max. \text{чис.точ.}} - d_{\max. \text{поп.шліф.}} = 89,857 - 89,9 = -0,043 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max. \text{кін.шліф.}} = d_{\max. \text{поп.шліф.}} - d_{\max. \text{кін.шліф.}} = 89,9 - 90 = -0,1 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальний припуск:

$$2Z_{\min. \text{чор.точ.}} = d_{\min. \text{заг.}} - d_{\min. \text{чорн.точ.}} = 88,008 - 89,485 = -1,477 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{чис.точ.}} = d_{\min. \text{чор.точ.}} - d_{\min. \text{чис.точ.}} = 89,485 - 89,797 = -0,312 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{поп.шліф.}} = d_{\min. \text{чис.точ.}} - d_{\min. \text{поп.шліф.}} = 89,797 - 89,927 = -0,13 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min. \text{кін.шліф.}} = d_{\min. \text{поп.шліф.}} - d_{\min. \text{кін.шліф.}} = 89,927 - 90,017 = -0,09 \text{ мм}$$

Перевірка.

$$d_{\max. \text{заг.}} - d_{\max. \text{дет.}} = \sum 2Z_{\max}$$

$$d_{\min. \text{заг.}} - d_{\min. \text{дет.}} = \sum 2Z_{\min}$$

$$87,573 - 90 = -2,427 \text{ мм}$$

$$-2,427 = -2,427$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(-1,737)+(-0,547)+(-0,043)+(-0,1)=-2,427\text{мм}$$

$$88,008-90,017=-2,009\text{мм}$$

$$-2,009=-2,009$$

$$(-1,477)+(-0,312)+(-0,13)+(-0,09)=-2,009\text{мм}$$

Розрахунки виконано вірно.

Міжопераційні припуски на обробку Ø90Is7 занесені до таблиці 2.4.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

Елементарна поверхня деталі і технологічні й маршрут її обробки.	Елементи припуски, мкм				Розраху нковий припуск 2Zmin, мкм	Розраху нковий мінімаль ний розмір, мм	Допуск на виготов лення Td,мкм	Прийняті розміри по переходам, мм		Отримані граничні розміри	
	Rz	h	Δ	Eu				D max	D min	2Zmax	2Zmin
Заготовка	200	300	200	-	-	88,008	0,435	87,573	88,008	-	-
Розточуван ня чорнове	50	50	25	100	-1,477	89,485	0,175	89,31	89,485	-1,737	-1,477
Розточуван ня чистове	25	25	-	50	-0,312	89,797	0,07	89,857	89,797	-0,547	-0,312
Шліфуванн я попереднє	15	20	-	35	-0,13	89,927	0,027	89,9	89,927	-0,043	-0,13
Шліфуванн я кінцеве	15	15	-	35	-0,09	90,017	0,017	90	90,017	-0,1	-0,09
Перевірка								-2,427	-2,009	-2,427	-2,009

2.8.3. Результати розрахунку міжопераційних припусків

Міжопераційні припуски зводимо до таблиці 2.5

Таблиця 2.5. Міжопераційні припуски

План обробки	Квалітет	Шорсткість	Припуск	Розмір з відхиленнями
Ø158h10				
Заготовка	14	12,5		Ø162±1
Точити	12	6,3	1,4	Ø159,2 h12 _(-0,4)
Точити	10	3,2	0,6	Ø158h10 _(-0,16)
Ø110h6				
Заготовка	14	12,5		Ø116,8±0,8
Точити	12	6,3	1,7	Ø113,4h12 _(-0,35)
Точити	10	3,2	1,0	Ø111,4h10 _(-0,14)
Шліфувати	8	1,6	0,5	Ø110,4h8 _(-0,054)
Шліфувати	6	0,63	0,2	Ø110h6 _(-0,022)
Ø78H9				
Заготовка	14	12,5		Ø74±0,7
Розточити	10	6,3	1,4	Ø76,8H10 _(+0,12)
Розточити	9	3,2	0,6	Ø78H9 _(+0,074)
Ø90Is7				
Заготовка	14	12,5		Ø83,2±0,8
Розточити	12	6,3	1,7	Ø86,6Is12±0,175
Розточити	10	3,2	1,0	Ø88,6Is10±0,07
Шліфувати	8	1,6	0,5	Ø89,6Is8±0,027
Шліфувати	7	0,8	0,2	Ø90Is7±0,017

2.9. Розробка технологічного процесу обробки деталі

Розробка технологічного маршруту

Визначення послідовності технологічного маршруту виготовлення деталі, його зміст, методи та засоби механічної обробки, формування основних етапів технологічного процесу (чорновий, чистовий та кінцевий) наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Технологічний маршрут

НАЗВА ОПЕРАЦІЇ ТА ЇЇ ЗМІСТ	Обладнання	Базові поверхні
005 Токарна операція 1.Точити торець Ø162 мм в розмір L=152 мм. 2.Точити поверхню Ø162 мм до Ø159,2 мм на L=24мм. 3.Розточити отвір Ø83,2 мм до Ø86,6 мм на L=25мм. 4.Розточити отвір Ø74 мм до Ø76,8 мм на L=48,5мм.	1В340Ф30	Поверхні Ø 116,8
010 Токарна операція 1.Точити торець Ø 116,8 мм в розмір L=150 мм. 2.Точити торець Ø159,2 мм в розмір L=130 мм. 3.Точити поверхню Ø116,8 мм до Ø113,4 мм на L=130мм. 4.Точити поверхню Ø113,4 мм до Ø111,4 мм на L=130мм. 5.Точити канавку $\underline{2}$ до Ø109 мм. 6.Точити поверхню Ø111,4 мм до Ø109 мм витримавши розміри 32 мм, 25 мм і 35 мм, одночасно проточивши фаски $0,5 \times 45^\circ$ та на Ø109 мм фаску $1,6 \times 45^\circ$. 7.Розточити фаску $1 \times 45^\circ$ на Ø88,6 мм. 8.Розточити отвір Ø83,2 мм до Ø86,6 мм на L=20мм.	1В340Ф30	Поверхні Ø159,2

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

9.Підрізати торець Ø76,8 мм в розмір L=20 мм. 10.Розточити отвір Ø74 мм до Ø76,8 мм на L=48,5 мм. 11.Розточити отвір Ø86,6 мм до Ø 88,6 мм на L=20 мм. 12.Розточити отвір Ø76,8 мм до Ø78H9 мм на L=48,5 мм. 13.Розточити канавку <u>1</u> на Ø88,6 мм.		
015 Токарна операція 1.Точити поверхню Ø159,2 мм до Ø158h10 мм на L=20 мм. 2.Проточити фаску на Ø158h10 1,6×45°. 3.Розточити фаску 1×45° на Ø88,6 мм. 4.Розточити отвір Ø86,6 мм до Ø88,6 мм на L=25 мм. 5.Підрізати торець Ø76,8 мм в розмір L=20 мм. 6.Розточити отвір Ø76,8 мм до Ø78H9 мм на L=48,5 мм. 7.Розточити канавку <u>1</u> на Ø88,6 мм.	1B340Ф30	Поверхні Ø109
020 Фрезерна 1.Фрезерувати 2 лиски в розмір 65 мм. 2.Свердлувати і зенкерувати 3 отвір Ø20/Ø13 мм на довжину 20 мм. 3.Свердлувати 2 отвори Ø10,2мм під різь M12-7H. 4.Зенкувати 2 отвори Ø10,2мм фаска 1×45°мм. 5.Нарізати різь M12-7H.	6P13PФ3	Поверхні Ø109
025 Свердлувальна 1.Свердлувати отвір Ø6 вихід в розмір Ø78 мм. 2.Свердлувати отвір Ø8,7 під різьбу K1/8" на вихід в	2M55	Поверхні Ø111,4

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ø78 мм.		
030 Круглошліфувальна 1.Шліфувати поверхню Ø111,4 мм до розміру Ø110,4 мм. 2.Шліфувати поверхню Ø110,4 мм до розміру Ø110h6 мм в двох місцях кінцево.	3Б151	Отвір Ø88.6
035 Внутрішньошліфувальна 1.Шліфувати отвір Ø88,6 мм до розміру Ø89,6мм. 2.Шліфувати отвір Ø89,6 мм до Ø90Is7 кінцево.	3A227	Поверхні Ø158
040 Внутрішньошліфувальна 1.Шліфувати отвір Ø88,6 мм до розміру Ø89,6мм. 2.Шліфувати отвір Ø89,6 мм до Ø90IS7 кінцево.	3A227	Поверхня Ø109

2.10. Розрахунок режимів різання та норм часу.

Розрахунок режимів різання за емпіричними формулами.

Операція 020 Фрезерна програмна.

Фрезерування двох лисок в розмір 65 мм, свердлування двох отворів Ø10,2 з подальшим нарізанням різі M12-H7, і свердлування трьох отворів Ø20/ Ø13 мм, на довжину 20мм.

- 1.Фрезерувати 2 лиски в розмір 65мм.
- 2.Свердлувати і зенкерувати 2 отвори Ø20/Ø13мм.
- 3.Свердлувати і зенкувати 2 отвори Ø10,2 мм під різьбу M12-7H з фаскою 1×45°
- 4.Нарізати нарізь M12-7H

Обладнання: Вертикально-фрезерний консольний верстат з ЧПУ моделі 6P13PФ3.

Ріжучий інструмент:

- Кінцева фреза з конічним хвостовиком Ø25мм, матеріал P6M5, конус морзе 3. Перехід 1.
- Свердло- зенкер Ø13/Ø20мм., матеріал P6M5. Перехід 2.
- Комбіноване свердло Ø10,2 мм., матеріал P6M5 . Перехід 3

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Мітчик з метричною різьбою: М12×1,75; для нарізання метричних нарізей (по ГОСТ 3266-81). Перехід 4.

Розрахунок режимів різання:

Перехід 1: Фрезерувати 2 лиски в розмір 65 мм

- 1) Визначаємо глибину різання: $t = 7\text{мм}$
- 2) Визначаємо ширину фрезерування $B = 20\text{мм}$.
- 3) Назначаємо подачу:
 $S_z = 0,08-0,04\text{мм} [10]$.

$$S_z = \frac{S}{z} \quad (2.9)$$

Звідси

$$S = S_z \times z = 0,004 \times 5 = 0,2\text{мм/об.} \quad (2.10)$$

- 4) Розраховуємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_v \quad (2.11)$$

де $C_v = 46,7$; $y = 0,5$; $q = 0,45$; $m = 0,33$; $u = 0,1$; $x = 0,5$; $T = 90\text{ХВ}$; $D = 25\text{ мм}$;
 $t = 7\text{мм}$; $S_z = 0,04\text{ мм}$; $B = 20\text{ мм}$; $z = 5\text{ мм}$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} \quad (2.12)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [10].

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} \quad (2.13)$$

де HB фактичний параметр, що характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. nv показники степеню.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{241} \right)^{0,95} = 0,79 \quad (2.14)$$

K_{pv} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні; $K_{pv} = 1$ (без корки).
 K_{uv} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента; матеріал Р6М5 коефіцієнт $K_{uv} = 1$.

Отже

$$K_v = 0,79 \times 1 \times 1 = 0,79$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже

$$V = \frac{46,7 \times 25^{0,45}}{90^{0,33} \times 7^{0,5} \times 0,04^{0,5} \times 20^{0,1} \times 5^{0,1}} \times 0,79 = 42,42 \text{ м/хв}$$

5) Розраховуємо частоту обертання шпинделя, об/хв.

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D \phi \phi} = \frac{1000 \times 42,42}{\pi \times 25} = 540 \text{ об/хв} \quad (2.15)$$

6) Розраховуємо силу різання Н:

$$P_z = \frac{10 C_p \times t^x \times S_z^y \times B \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mm} \quad (2.16)$$

де $z = 5$ - число зубців фрези, $n = 540$ об/хв - частота обертання фрези, $C_p = 3$;
 $x = 0,83$; $y = 0,65$; $u = 1$; $q = 0,83$; $w = 0$; $t = 7$ мм; $S_z = 0,04$ мм; $B = 20$ мм
коефіцієнти та показники степеню.

K_{mp} - коефіцієнт поправочний на якість матеріалу, [10]

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,55} = 1,14$$
$$P_z = \frac{10 \times 30 \times 7^{0,83} \times 0,04^{0,56} \times 20 \times 5}{25^{0,83} \times 540^0} \times 1,14 = 1456 \text{ Н}$$

7) Розраховуємо крутний момент Н м:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100} = \frac{1456 \times 25}{2 \times 100} = 183,125 \text{ Нм} \quad (2.17)$$

8) Потужність різання (ефективна)

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1456 \times 42,42}{1020 \times 60} = 1,02 \text{ кВт} \quad (2.18)$$

9) Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{104}{108} = 0,962 \text{ хв} \quad (2.19)$$

$$S_m = n_{\phi p} \times z_{\phi p} \times S_z = 540 \times 5 \times 0,04 = 108 \text{ мм/хв} \quad (2.20)$$

$$L = l + (l_1 + l_2) = 92 + 12 \text{ мм} \quad (2.21)$$

де l_1 і l_2 - сумарна величина врізання та перебігу [11].

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

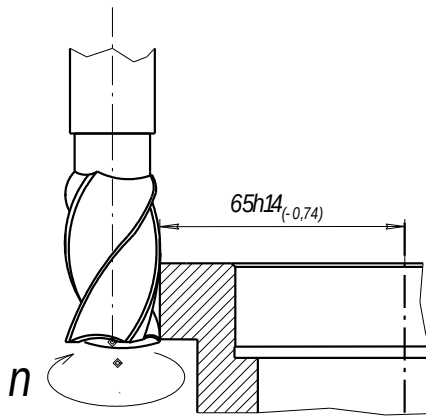


Рис 2.3.

Перехід 2: Свердлувати і зенкерувати 3 отвори Ø20/Ø13мм.

1) Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t=0,5 (D-d)$$

отже: $t = 0,5 \times (20 - 13) = 3,5$ мм.

2) Призначаємо подачу:

$S = 1,1$ мм./об. [10].

3) Розраховуємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v$$

де - $C_v = 18,8$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $m = 0,125$; коефіцієнт та показники степеню [10];

$S = 1,1$ мм/об; $t = 3,5$ мм; $D = 20$ мм; $T = 30$.

$$K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{lv}$$

де - K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу; $K_{mv} = 0,79$

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента; $K_{iv} = 1$ [10].

K_{lv} - коефіцієнт, що враховує глибину різання; $K_{lv} = 1$.

Отже: $K_v = 0,79 \times 1 \times 1 = 0,79$

Отже:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{18,8 \times 20^{0,2}}{30^{0,125} \times 3,5^{0,1} \times 1,1^{0,4}} \times 0,79 = 15 \text{ м/хв}$$

4) Розраховуємо крутний момент та осьову силу:

$$M_{кр} = 10 C_m \times D^q \times t^x \times S^y \times K_p;$$

$$P_o = 10 C_p \times t^x \times S^y \times K_p;$$

де $C_m = 0,085$; $q = --$; $x = 0,75$; $y = 0,8$; $C_p = 23,5$; $q = --$; $x = 1,2$; $y = 0,4$; коефіцієнти та показники степеню [10]. $t = 3,5$ мм; $D = 20$ мм; $S = 1,1$ мм/об. K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку сила залежить від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається відношенням $K_p = K_{мр}$ [10] для:

$$K_{мр} = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,6} = 1,15 \quad (2.22)$$

для

$$K_{мр} = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,6} = 1,15$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,085 \times 20 \times 3,5^{0,75} \times 1,1^{0,8} \times 1,15 = 53,98 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \times 23,5 \times 3,5^{1,2} \times 1,1^{0,4} \times 1,15 = 1262,42 \text{ Н}$$

5) Визначаємо потужність різання, кВт:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{53,98 \times 238,73}{9750} = 1,32 \text{ кВт}$$

де частота обертання інструменту, об/хв.

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 15}{\pi \times 20} = 238,73 \text{ об/хв}$$

6) Визначаємо основний час, хв:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \text{ хв.}$$

$$L = l + (l_1 + l_2)$$

де l_1, l_2 - величина врізання та перебігу [11].

$$T_o = \frac{12 + 2}{238,73 \times 1,1} = 0,053$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

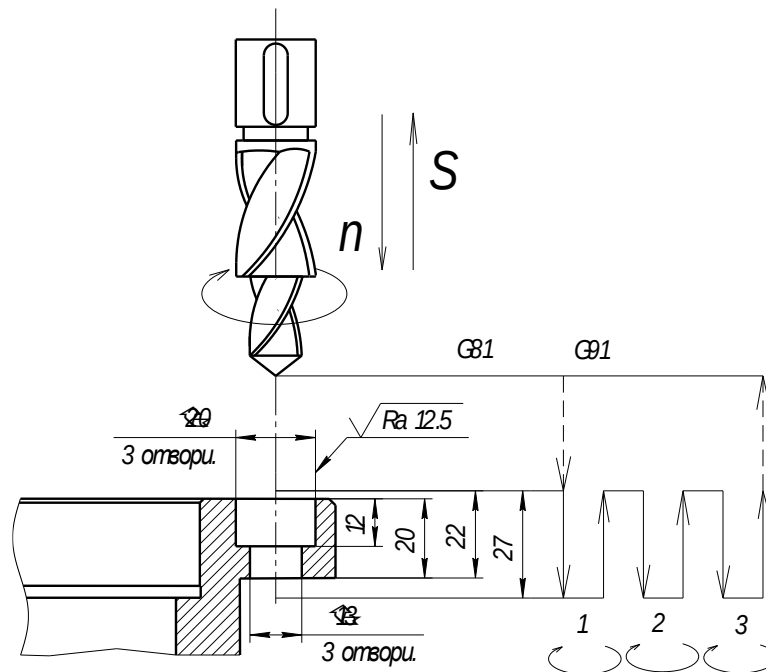


Рис 2.4.

Перехід 3: Свердлувати і зенкувати 2 отвори Ø10,2 під різьбу М12-7Н фаска 1×45°

1) Визначаємо глибину різання, мм:

$$t = 0,5 \times D;$$

$$t = 0,5 \times 10,2 \text{ мм}$$

2) Призначаємо подачу, мм/об:

$$S = 0,35 \text{ мм/об.}$$

3) Розрахунок швидкості різання, м/хв:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v$$

де $C_v = 17,1$; $q = 0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,4$; коефіцієнти та показники степеню
 $T = 60 \text{ хв}$; $S = 0,35 \text{ мм/об}$; $D = 10,2 \text{ мм}$.

K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання.

$$K_v = K_{mv} \times K_{uv} \times K_{lv}$$

K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу $K_{mv} = 0,79$.

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента $K_{uv} = 1$, K_{lv} -

коефіцієнт, що враховує глибину різання $K_{lv} = 1$

Отже

$$K_v = 0,79 \times 1 \times 1 = 0,79$$

$$V = \frac{17,1 \times 10,2^{0,25}}{60^{0,125} \times 0,35^{0,4}} \times 0,79 = 22 \text{ м / хв}$$

4) Розрахунок крутного моменту, M_m , і осьової сили, H

$$M_{kp} = 10 C_m \times D^q \times S^y \times K_p$$

$$P_o = 10 C_p \times D^q \times S^y \times K_p$$

де $C_m = 0,085$; $y = 0,8$; $C_p = 23,5$; $y = 0,4$; коефіцієнти та показники степеню [10];

$D = 10,2 \text{ мм}$; $S = 0,35 \text{ мм/об}$.

$K_p = K_{mp}$ (див. попередню операцію).

$K_{mp} = 1,15$

$$M_{kp} = 10 \times 0,085 \times 10,2 \times 0,35^{0,8} \times 1,15 = 4,3 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \times 23,5 \times 10,2 \times 0,35^{0,4} \times 1,15 = 1811,31 \text{ Н}$$

5) Визначаємо потужність різання, кВт:

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{4,3 \times 687}{9750} = 0,3 \text{ кВт},$$

де частота обертання інструменту.

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 22}{\pi \times 10,2} = 687 \text{ об / хв}$$

7) Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L}{n \times S_o} \text{ хв.}$$

$$L = l + l_1 + l_2$$

де l_1, l_2 - величина врізання та перебігу [11]

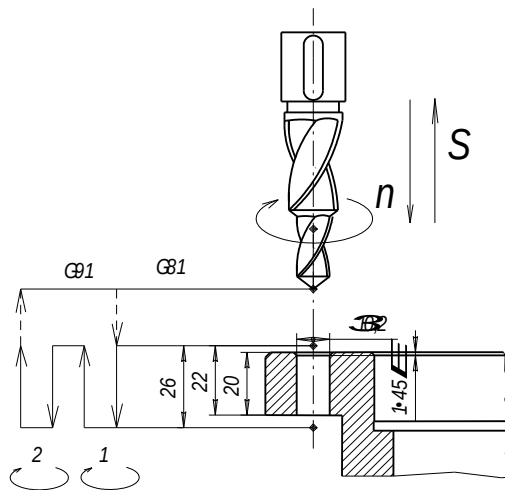


Рис 5.

Перехід 4: Нарізати нарізь М 12 × 1,75 Н7,2 отвори

1)Визначаємо глибину різання, мм:

$$t = 0,9\text{мм};$$

2)Назначаємо подачу, мм/об:

$$S = 1,75 \text{ мм/об};$$

3)Розрахунок швидкості різання, м/хв:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v$$

де $C_v = 64,8$; $q = 1,2$; $m = 0,9$; $y = 0,5$; коефіцієнти та показники степеню $T = 90\text{хв}$;
 $S = 1,75\text{мм/об}$; $D = 12\text{мм}$

$$K_m \times K_{uv} \times K_{tv}$$

де $K_m = 0,59$ (10,стр.298).

$$K_{uv} = 1$$

$K_{tv} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує точність нарізаної нарізі

$$K_v = 0,5 \times 1 \times 0,8 = 0,4$$

$$V = \frac{64,8 \times 12^{1,2}}{90^{0,9} \times 1,75^{0,5}}$$

4)Розрахунок силових залежностей:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times P^y \times K_p$$

де $C_m = 0,013$; $q = 1,4$; $y = 1,5$; коефіцієнти та показники степеню (10,стр.298) $D = 12\text{мм}$; $P = 1,75$ – крок нарізаної нарізі; $K_p = K_{mp}$ (10,стр.298) $K_p = 1,5$.

$$M_{кр} = 10 \times 0,013 \times 12^{1,4} \times 1,75^{1,5} \times 1,5 = 14,64\text{Нм}$$

5)Розрахунок потужності, кВт:

$$N = \frac{M \times n}{9750} = \frac{14,64 \times 178,52}{9750} = 2,68\text{кВт}$$

де

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 6,73}{\pi \times 12} = 178,52\text{об/хв}$$

6)Визначаємо основний час, хв:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$T_o = \frac{L + L_{доп}}{\pi \times P} = \frac{20 + 10,5}{178,52 \times 1,75} = 0,079 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

де $L_{доп}$ - довжина допоміжного ходу мітчика.

P - крок нарізі.

$L_{всп} = 6 \times P$ мм [11]

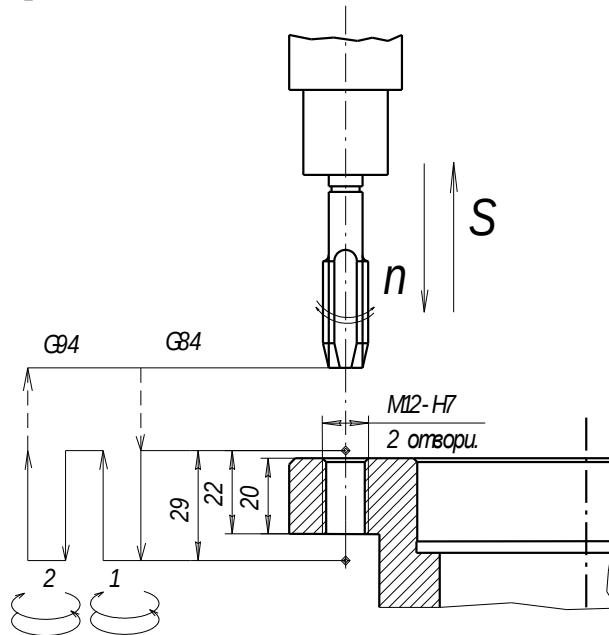


Рис 2.6.

2.11. Технічне нормування операцій обробки.

Нормування фрезерної операції 020 з ЧПК

1) В умовах серійного виробництва формула для розрахунку норм штучного часу $T_{шт}$ наведена в наступному вигляді:

$$T_{шт} = (\sum t_o + \sum t_d) \times \left(1 + \frac{K}{100}\right) = (4,441 + 0,91) \times \left(1 + \frac{0,61}{100}\right) = 5,38 \text{ хв.} \quad (2.24)$$

де K - сумарний час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби в відсотках від оперативного часу.

$$K = K_1 + K_2 + K_3 = 0,155 + 0,134 + 0,321 = 0,61 \text{ хв.}$$

де K_1 - час на технічне обслуговування робочого місця в відсотках від основного часу.

$$K_1 = 3,5\%$$

$$t_o = 0,155 \text{ хв.}$$

K_2 - час на організацію обслуговування робочого місця в відсотках від

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

оперативного часу .

КЗ - час на природні потреби і відпочинок в відсотках від оперативного часу

$$КЗ = 6\%$$

$$t_{оп} = 0,321 \text{ хв}$$

2) Основний (технологічний) час t_o - це час, що витрачається безпосередньо на зміну форм, розмірів і якості поверхонь оброблюваної деталі шляхом обточування, стругання, фрезерування, шліфування і т.п. і розраховується по формулі:

$$t_o = \frac{L}{n \times S} \times i \text{ хв.}$$

де L - розрахункова довжина обробки в напрямку подачі, мм;

n - частота обертання шпинделя верстата, або число подвійних ходів столу (інструменту) за хвилину;

S - подача інструменту за один оберт шпинделя або подвійний хід столу (інструменту) i - Число переходів

3) Допоміжний час t_b - це час, який витрачається працівником на різноманітні заходи, що забезпечують виконання основної роботи і повторюються з кожною обробленою деталлю, або в визначеній послідовності через деякий час.

$$t_b = 20,5\% t_o = 0,91 \text{ хв.}$$

4) Сума основного та допоміжного часу складає оперативний час $t_{оп}$.

$$t_{оп} = t_o + t_b = 4,441 + 0,91 = 5,35 \text{ хв.}$$

5) Штучно калькуляційний час на одну деталь визначається по формулі:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 5,38 + \frac{0,595}{33} \text{ хв} \quad (2.24)$$

де n - число деталей в партії 33 шт.

$$T_{п.з} = 13,4\% t_{оп} = 0,595 \text{ хв.}$$

Визначаємо розцінку на операцію за одну деталь

$$R = \frac{T_{шт.к} \times Ч}{60} = \frac{5,398 \times 4,51}{60} = 0,41 \text{ грн.} \quad (2.25)$$

де $T_{шт.к}$ - штучно калькуляційний час, хв.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ч - годинна тарифна ставка верстатника 4- го розряду, Ч = 4,51грн.

Операційний ескіз

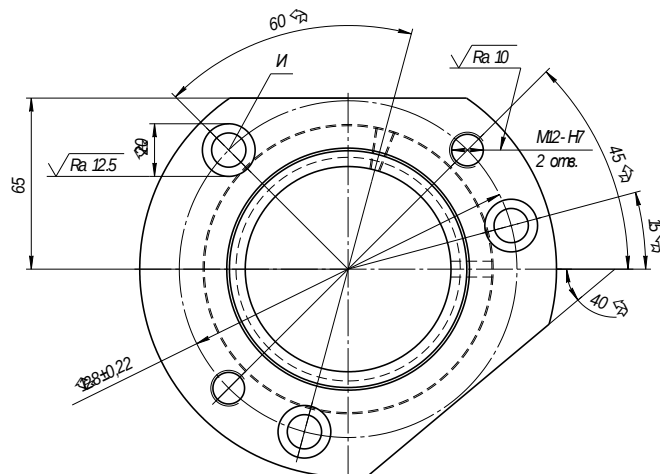


Рис. 2.7.

035 ВНУТРІШНЬОШЛІФУВАЛЬНА

Перехід 1: Шліфувати поверхню Ø88,6 мм до розміру Ø89,6 мм.

Призначаємо режими різання

1) Вибираємо інструмент: шліфувальний круг ПП 63 × 25 × 16 54С 15А 40С 16К.

2) Швидкість різання круга: [10].

$$V_{кр} = 35 \text{ м./с.}$$

3) Швидкість різання заготовки: [10].

$$V_3 = 20 \text{ м/хв.}$$

4) Глибина шліфування $t = 0,005$ мм.

5) Поздовжня подача $S = 0,4B = 10$ мм., B - ширина круга (25мм).

6) Ефективна потужність, кВт.

$$N = CN \times v_3^r \times t^x \times S^y \times d^q \quad (2.26)$$

де $CN = 0.81$; $r = 0,55$; $x = 1$; $y = 0,7$; $q = 0,3$; коефіцієнти та показники степеню (10, стр.303); $V_3 = 20$ м/хв.; $t = 0,005$ мм.; $S = 10$; $d = 89,7$.

$$N = 0,81 \times 20^{0,55} \times 0,005^1 \times 10^{0,7} \times 89,7^{0,3} = 0,41 \text{ кВт.}$$

7) Знаходимо основний час.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$T_o = \frac{L}{S_v \times B_k \times n\dot{d}} \times i \times K; \quad (2.27)$$

$$i = \frac{a}{S_{2x}} = \frac{0.56}{0.005} = 114 \quad (2.28)$$

$$T_o = \frac{20+12,5}{10 \times 25 \times 70} \times 114 \times 1,15 = 0,24 \text{ хв.}$$

де К – коефіцієнт, враховуючий доводку і відведення К = 1,15.

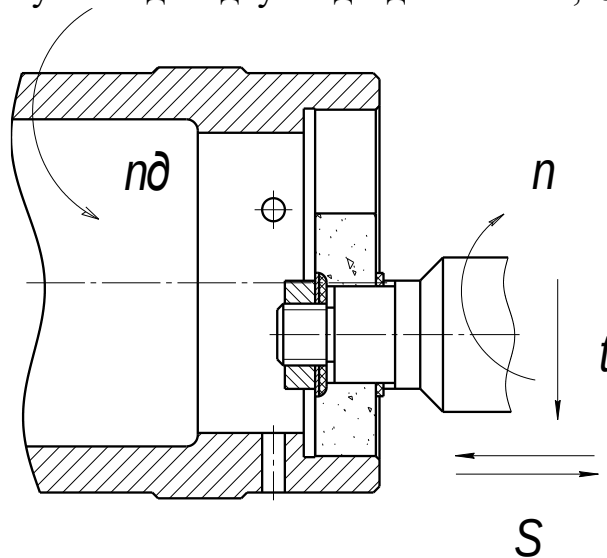


Рис. 2.8.

Перехід 2: Шліфувати поверхню Ø 89,6 мм до розміру Ø90 Is7 кінцево

Призначаємо режими різання

- 1) Вибираємо інструмент: шліфувальний круг ПП 63 × 25 × 16 54С 15А 40 С1 6К ГОСТ 2424 - 83.
- 2) Швидкість різання круга: $V_k = 35 \text{ м/с}$ [10].
- 3) Швидкість різання заготовки: $V_z = 40 \text{ м/хв.}$
- 4) Глибина шліфування: $t = 0.0025 \text{ мм.}$
- 5) Поздовжня подача: $S = 0,25B = 6.25 \text{ мм.}$
- 6) Ефективна потужність, кВт.

$$N = CN \times v_g^r \times t^x \times S^y \times d^q$$

де CN = 0,81; r = 0,55; x = 1; y = 0,7; q = 0,3; коефіцієнти та показники степеню (10, стр.303); $V_z = 40 \text{ м/хв.}$; $t = 0,0025 \text{ мм.}$; $S = 6,25$; $d = 90 \text{ мм.}$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = 0,81 \times 40^{0,55} \times 0,0025^1 \times 6,25^{0,7} \times 90^{0,3} = 0,214 \text{ км}$$

7) Знаходимо основний час, хв.

$$T_o = \frac{L}{S_v \times B_k \times n \delta} \times i \times K;$$

$$i = \frac{a}{S_{2x}} = \frac{0,35}{0,0025} = 140 \quad T_o = \frac{20 + 12,5}{6,25 \times 25 \times 140} \times 140 \times 1,15 = 0,24 \text{ хв.}$$

Нормування внутрішньошліфувальної операції 035

1) В умовах серійного виробництва формула для розрахунку норм штучного часу $T_{шт}$ має наступний вигляд:

$$T_{шт} = (\sum t_o + \sum t_v) \times \left(1 + \frac{K}{100}\right) = (0,48 + 0,1) \times \left(1 + \frac{0,07}{100}\right) = 0,58 \text{ хв.}$$

де K - сумарний час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби в відсотках від оперативного часу.

$$K = K_1 + K_2 + K_3 = 0,02 + 0,014 + 0,035 = 0,07 \text{ хв.}$$

де K_1 - час на технічне обслуговування робочого місця в відсотках від основного часу

$$K_1 = 3,5\% t_o = 0,02 \text{ хв.}$$

K_2 - час на організацію обслуговування робочого місця в відсотках від оперативного часу .

$$K_2 = 2,5\% t_{on} = 0,014$$

K_3 - час на природні потреби і відпочинок в відсотках від оперативного часу

$$K_3 = 6\% t_{on} = 0,035 \text{ хв.}$$

2) Основний (технологічний) час t_o - це час, що витрачається безпосередньо на зміну форм, розмірів і якості поверхні оброблюваної деталі шляхом обточування, стругання, фрезерування, шліфування і т.п. і розраховується по формулі:

$$t_o = \frac{L}{n \times S} \times i \text{ хв.}$$

де L - розрахункова довжина обробки в напрямку подачі, мм;

n - Частота обертання шпинделя верстата, або число подвійних ходів столу

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(інструменту) за хвилину;

S - подача інструменту за один оберт шпинделя або подвійний хід столу (інструменту)

i - Число переходів.

3) Допоміжний час t_v - це час, який витрачається працівником на різноманітні заходи, що забезпечують виконання основної роботи і повторюються з кожною оброблюваною деталлю, або в визначеній послідовності через деякий час.

$$t_v = 20,5\% t_o = 0,1 \text{ хв.}$$

4) Сума основного та допоміжного часу складає оперативний час t_{op} .

$$t_{op} = t_o + t_v = 0,48 + 0,1 = 0,58 \text{ хв}$$

5) Штучно-калькуляційний час на одну деталь визначається по формулі, де n - число деталей в партії 33шт.

$$T_{п.з} = 13,4\% t_{op} = 0,1 \text{ хв.}$$

Визначаємо розцінку на операцію за одну деталь

$$R = \frac{T_{шт.к} \times Ч}{60} = \frac{0,58 \times 4,51}{60} = 0,05 \text{ грн}$$

де $T_{шт.к}$ – штучно- калькуляційний час, хв .

Ч - годинна тарифна ставка верстатника 4- го розряду, Ч =4,51грн.

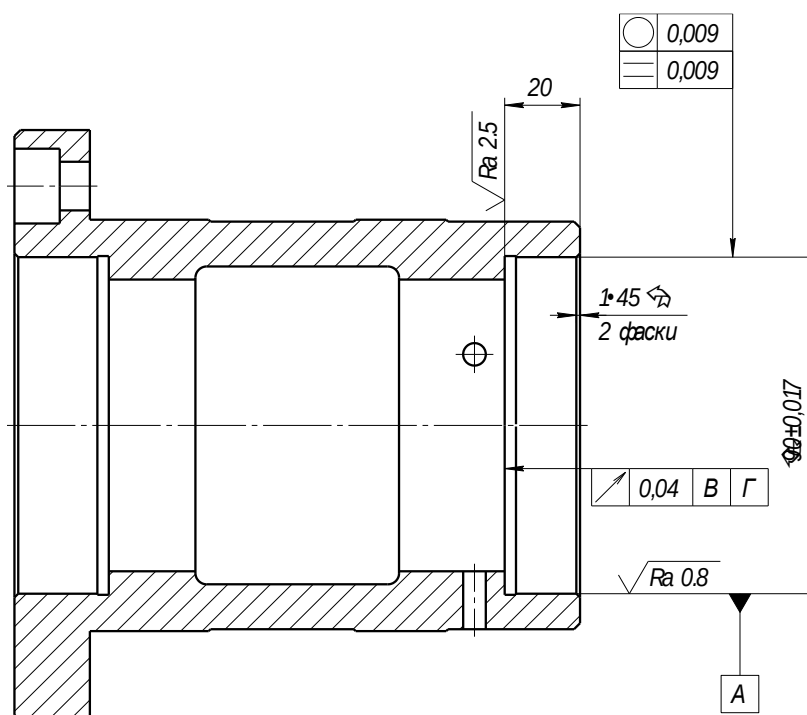


Рис 2.9. Внутрішньошліфувальна операція 035

Розрахунок режимів різання та норм часу на інші технологічні операції проводимо аналогічно. Результати розрахунків заносимо до таблиць 2.7-2.23

ОПЕРАЦІЯ 005: ТОКАРНА ОПЕРАЦІЯ

Режими різання

Таблиця 2.7

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання V , м/хв.	Частота обертів n , об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_o , хв.
1	2	0,42	56	110	0,88	0,97
2	1,4	0,42	78	153	0,73	0,4
3	1,7	0,35	78	153	0,75	0,47
4	1,4	0,35	78	153	0,71	0,46

Нормування

Таблиця 2.8

Допоміжний час t_d , хв	Підготовчо-заклучний час $t_{пз}$, хв	Штучний час $t_{шт}$, хв.	Штучно-калькуляційний час $t_{шт-к}$, хв	Розряд P	Розцінка C_p
0,47	0,31	2,78	2,79	4	0,21

ОПЕРАЦІЯ 010: ТОКАРНА ОПЕРАЦІЯ

Режими різання

Таблиця 2.9

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання V , м/хв.	Частота обертів n , об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_o , хв.
1	2	0,42	56	110	0,88	0,45
2	1,4	0,42	56	110	0,61	0,52
3	1,7	0,43	57	159	0,4	2,57
4	1,0	0,34	135	384	0,46	1,35
5	0,8	0,05	94	268	0,1	0,13
6	1,2	0,34	82	234	0,67	1,46
7	1	0,35	78	153	0,51	0,02
8	1,7	0,35	78	153	0,71	0,47
9	1	0,35	56	244	0,37	0,07
10	1,4	0,35	78	153	0,71	0,46
11	1,0	0,14	148	534	0,27	0,28
12	0,6	0,1	148	534	0,28	0,55
13	0,47	0,04	85	302	0,03	0,02

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормування

Таблиця 2.10

Допоміж- ний час t_d , хв	Підготовчо- заключний час t_{nz} , хв	Штучний час t_{um} , хв.	Штучно- калькуля- ційний час $t_{um-к}$, хв	Розряд P	Розцінка C_p
1,75	1.15	10,42	10,46	4	0,78

ОПЕРАЦІЯ 015: ТОКАРНА ОПЕРАЦІЯ

Режими різання

Таблиця 2.12

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швид- кість різання V , м/хв	Частота обертів n , об/хв.	Потуж- ність різання N_e , кВт	Основ- ний час T_o , хв.
1	0,6	0,4	75	151	0,67	0,36
2	1,6	0,4	75	151	0,89	0,04
3	1	0,35	78	153	0,51	0,02
4	1	0,14	148	534	0,27	0,28
5	1	0,35	56	244	0,37	0,07
6	0,6	0,1	148	534	0,28	0,55
7	0,47	0,04	85	302	0,03	0,02

Нормування

Таблиця 2.13

Допоміж- ний час t_d , хв	Підготовчо- заключний час t_{nz} , хв	Штучний час t_{um} , хв.	Штучно- калькуля- ційний час $t_{um-к}$, хв.	Розряд P	Розцінка C_p
0,27	0,18	1,61	1,62	4	0,12

ОПЕРАЦІЯ 020: ФРЕЗЕРНА ОПЕРАЦІЯ

Режими різання

Таблиця 2.14

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/хв.	Швид- кість різання V , м/хв.	Частота обертів n , об/хв.	Потуж- ність різання N_e , кВт	Основ- ний час T_o , хв.
1	7	0,2	42	540	1,02	0,962
2	3,5	1.1	15	238	1,32	0,053
3	5.1	0,35	22	687	0,3	0,12
4	0,9	1.75	6,7	178	2.68	0,097

Нормування

Таблиця 2.15

Допоміжний час t_0 , хв	Підготовчо-заклучний час $t_{пз}$, хв	Штучний час $t_{шт}$, хв.	Штучно-калькуляційний час $t_{шт-к}$, хв.	Розряд P	Розцінка C_p
0,91	0,595	5,38	5,4	4	0,41

ОПЕРАЦІЯ 025: СВЕРДЛУВАЛЬНА ОПЕРАЦІЯ Режими різання

Таблиця 2.16

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання V , м/хв.	Частота обертів n , об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_0 , хв.
1	3	0,09	45	2000	0,68	0,12
2	4,35	0,05	30	1000	0,68	0,43

Нормування

Таблиця 2.17

Допоміжний час t_0 , хв	Підготовчо-заклучний час $t_{пз}$, хв	Штучний час $t_{шт}$, хв.	Штучно-калькуляційний час $t_{шт-к}$, хв	Розряд P	Розцінка C_p
0,11	0,17	0,66	0,7	3	0,05

ОПЕРАЦІЯ 030: КРУГЛОШІЛФУВАЛЬНА Режими різання

Таблиця 2.18

№ Переходу	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/подв. хід	Швидкість різання V , м/хв.	Частота обертів n дет, об/хв.	Потужність різання N_e , кВт	Основний час T_0 , хв..
1	0,5	0,3(В)	35	50	0,8	0,4
2	0,2	0,3(В)	35	50	0,8	0,2

Нормування

Таблиця 2.19

Допоміжний час t_0 , хв	Підготовчо-заклучний час $t_{пз}$, хв.	Штучний час $t_{шт}$, хв.	Штучно-калькуляційний час $t_{шт-к}$, хв.	Розряд P	Розцінка C_p
0,123	0,1	0,724	0,73	4	0,05

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ		Арк.
							55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ОПЕРАЦІЯ 035: ВНУТРІШНЬОШЛІФУВАЛЬНА
Режими різання

Таблиця 2.20

№ Переходу	Глибина різання t, мм	Подача Spr, мм/хв.	Швид- кість різання V, м/хв.	Частота обертів n, об/хв.	Потуж- ність різання Ne, кВт	Основ- ний час T _о , хв.
1	0,5	0,4(В)	35	70	0,8	0,24
2	0,2	0,25(В)	35	140	0,8	0,24

Нормування

Таблиця 2.21

Допоміж- ний час t _д , хв	Підготовчо- заклучний час t _{пз} , хв.	Штучний час t _{шт} , хв.	Штучно- калькуля- ційний час t _{шт-к} , хв.	Розряд P	Розцінка C _p
0,1	0,1	0,58	0,6	4	0,05

ОПЕРАЦІЯ 040: ВНУТРІШНЬОШЛІФУВАЛЬНА
Режими різання

Таблиця 2.22

№ Переходу	Глибина різання t, мм	Подача Spr, мм/хв.	Швид- кість різання V, м/хв	Частота обертів n, об/хв.	Потуж- ність різання Ne, кВт	Основ- ний час T _о , хв..
1	0,5	0,4(В)	35	70	0,8	0,24
2	0,2	0,25(В)	35	140	0,8	0,24

Нормування

Таблиця 2.23

Допоміж- ний час t _д , хв	Підготовчо- заклучний час t _{пз} , хв.	Штучний час t _{шт} , хв.	Штучно- калькуля- ційний час t _{шт-к} , хв.	Розряд R	Розцінка C _p
0,1	0,1	0,58	0,6	4	0,05

2.12. Тип і технічна характеристика верстатного обладнання для кожної операції.

Першими операціями механічної обробки є операції 005,010,015- токарні операції. Для даного виду операції призначені токарні верстати з ЧПУ моделі 1В340Ф30 з оперативною системою керування.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

**Технічна характеристика верстату моделі 1В340Ф30.
Розміри, мм.**

Таблиця 2.24

Параметри	
Найбільший діаметр оброблюваного прутка.	40
Найбільша довжина подачі прутка.	120
Найбільший діаметр виробу, встановлюваного над станиною.	400
Найбільший розмір обточки штучних заготовок в патроні.	
Діаметр	-
Довжина	-
Відстань від торця шпинделя до передньої грані revolverної головки	220-530
Найбільше розрахункове переміщення поперечного супорта (ручне).	110
Частота обертання шпинделя, об/хв.	45-2000
Поздовжня подача revolverного супорта (шпиндельної бабки), мм/хв.	1-2500
Колова (поперечна) подача revolverної головки (поперечно супорта) , мм/об.	1-2500
Потужність електродвигуна головного привода ,кВт.	6,0 або 6,2
Габаритні розміри:	
довжина	2840
ширина	1770
висота	1670
Маса з приставним обладнанням, кг.	3600

На наступній операції механічної обробки операції 020- фрезерній, використовуємо вертикально- фрезерний консольний верстат з ЧПУ моделі 6Р13РФ3 з оперативною системою керування.

**Технічна характеристика верстату моделі 6Р13РФ3.
Розміри, мм.**

Таблиця 2.25

Параметри	
Розмір робочої поверхні столу (ширина × довжина)	400 × 1600
Найбільше переміщення столу	
повздовжнє	1000
поперечне	400
вертикальне	380
Переміщення гільзи з шпинделем.	-

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший кут повороту шпиндельної головки	-
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7-24).	50
Число швидкостей шпинделя.	18
Число обертання шпинделя, об/хв.	40-2000
Число подач столу.	Б/с
Подача столу, мм/хв.:	
поздовжнє і поперечне	10-1200
вертикальне	10-1200
Швидкість швидкого переміщення столу, мм/хв.	
поздовжнє і поперечне	2400
вертикальне	2400
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	7,5
Габаритні розміри:	
довжина	3425
ширина	3200
висота	2520
Маса (без виносного обладнання), кг.	6750

На наступній операції механічної обробки операції 025- свердлувальний, використовуємо радіально-свердлильний верстат моделі 2М55.

Технічна характеристика верстату моделі 2М55

Таблиця 2.26. Технічна характеристика верстату

Параметри	
Найбільший умовний діаметр свердління в сталі.	50
Відстань від вісі шпинделя до утворюючої (направляючої) колони (виліт шпинделя)	375-1600
Відстань від нижньої торця шпинделя до робочої поверхні плити (або до головної рейки).	450-1600
Найбільше переміщення:	
Вертикальне, рукава на колоні горизонтальне, свердлильні головки по рукаву (або рукав на колоні)	750-1225
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя.	-
Конус Морзе отвору шпинделя.	5
Число швидкостей шпинделя.	21
Число обертання шпинделя, об/хв.	20-2000
Число подач шпинделя.	12
Подача шпинделя., мм/об.	0,056-2,5
Найбільша сила подачі, МН.	20
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	5,5

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Габаритні розміри:	
довжина	2665
ширина	1020
висота	3430
Маса, кг	4700

На наступній операції механічної обробки операції 030-круглошліфувальна, використовуємо круглошліфувальний верстат моделі 3Б151.

Технічна характеристика верстату моделі 3Б151.

Таблиця 2.27. Технічна характеристика верстату

Параметри	
Найбільший розмір встановлюваної заготовки:	
діаметр	200
довжина	700
Рекомендований (або найбільший) діаметр шліфування:	
зовнішнього	60
внутрішнього	-
Найбільший діаметр шліфування:	
зовнішнього	700
внутрішнього	-
Висота центрів над столом.	125
Найбільше поздовжнє переміщення столу.	705
Кут повороту столу	
по годинниковій стрілці.	3
проти годинникової стрілки.	10
Швидкість автоматичного переміщення столу (безступеневе регулювання), мм/хв.	0,05-5
Частота обертання, об/хв., шпинделя заготовки з безступеневим регулюванням	50-500
Конус Морзе шпинделя передньої бабки і пінолі задньої бабки.	4
Найбільший розмір шліфувального круга:	
зовнішній діаметр	600
висота	100
Переміщення шліфувальної бабки:	
найбільше	185
на одне ділення лімбу	0,005
за одним оборотом точкової рукоятки.	0,001

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об/хв., при шліфуванні:	
зовнішньому	1590
внутрішньому	-
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,1-4
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	5,5
Габаритні розміри (з приставним обладнанням):	
довжина	3070
ширина	2400
висота	2075
Маса (з приставним обладнанням), кг.	4200

На наступній операції механічної обробки операції 035 - 040 внутрішньошліфувальна, використовуємо внутрішньошліфувальний верстат моделі 3Н227.

Технічна характеристика верстату моделі 3Н227.

Розміри, мм.

Таблиця 2.28. Технічна характеристика верстату

Параметри	
Найбільший діаметр:	
встановлюваної заготовки	400
встановлюваної заготовки в кожухі	250
Найбільша довжина:	
встановлюваної заготовки при найбільшому діаметрі отвору шліфування	125
Діаметр отвору, що шліфується	5-150
Найбільший хід столу	450
Найбільше налагоджуване поперечне переміщення:	
Шліфувальної бабки:	
вперед (від робочого)	60
назад (на робочого)	10
Бабки заготовки:	
вперед (від робочого)	200
назад (на робочого)	30
Найбільший кут повороту бабки заготовки, °.	30 (найм.)
Найбільший діаметр і висота шліфувального круга.	180×63
Швидкість руху столу, м/хв.	
при правці шліфувального круга	0,1-2
при шліфуванні	1-7
при швидкому поздовжньому підводі і відводі	10
Частота обертання, об/хв., шпинделя:	

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

внутрішньошліфувального	9000 12000 18000 22000
бабки заготовки	60-120
торцешліфувального присторою	5600
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	4
Габаритні розміри (з приставним обладнанням):	
довжина	2815
ширина	1900
висота	1750
Маса (з приставним обладнанням), кг.	4300

В даному розділі було обґрунтовано форму і метод виготовлення заготовки, порівняння двох варіантів відливки, виконані розрахунки межопераційних припусків, технологічного маршруту, розраховано режими різання і норми часу.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розробка пристрою для фрезерування (операція 020).

3.1.1. Опис пристрою та принцип його дії.

Важливою складовою ефективного виконання технологічних процесів механічної обробки є використання верстатних пристосувань. Їх застосування сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню умов роботи, забезпеченню високої точності обробки та зниженню собівартості виготовлення деталей.

Основою для розробки верстатного пристосування слугують креслення деталі, маршрутні карти технологічного процесу, операційні карти з визначеними режимами різання, а також карта ескізу з операційним ескізом, розробленим з урахуванням типу виробництва. Виходячи з аналізу цих даних - режимів обробки, умов експлуатації, типу інструменту, технічних вимог та інших факторів обирається відповідний тип фрезерного пристосування.

Описуваний пристрій застосовується в машинобудуванні для серійного виготовлення деталей типу «стакан». Це пристосування, яке забезпечує надійне затискання заготовки, підсилюючи зусилля затиску. Його використання дозволяє зменшити допоміжний час на встановлення деталі, підвищити безпеку праці оператора і забезпечити високу точність механічної обробки.

Принцип дії пристосування для фрезерування та свердління отворів полягає у наступному: деталь базується на циліндричному центровому пальці діаметром Ø78H7, який запресовано в корпус пристрою. На торець деталі встановлюється швидкознімна шайба під головку болта. Далі у штокову порожнину пневмоциліндра подається стиснене повітря, яке рухає шток. Болт, закріплений у штоку, притискає деталь через шайбу, фіксуючи її. Після завершення обробки подається повітря в безштокову порожнину циліндра, що призводить до розтискання заготовки. Шайба знімається, і заготовка замінюється на нову і цикл повторюється.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристрою

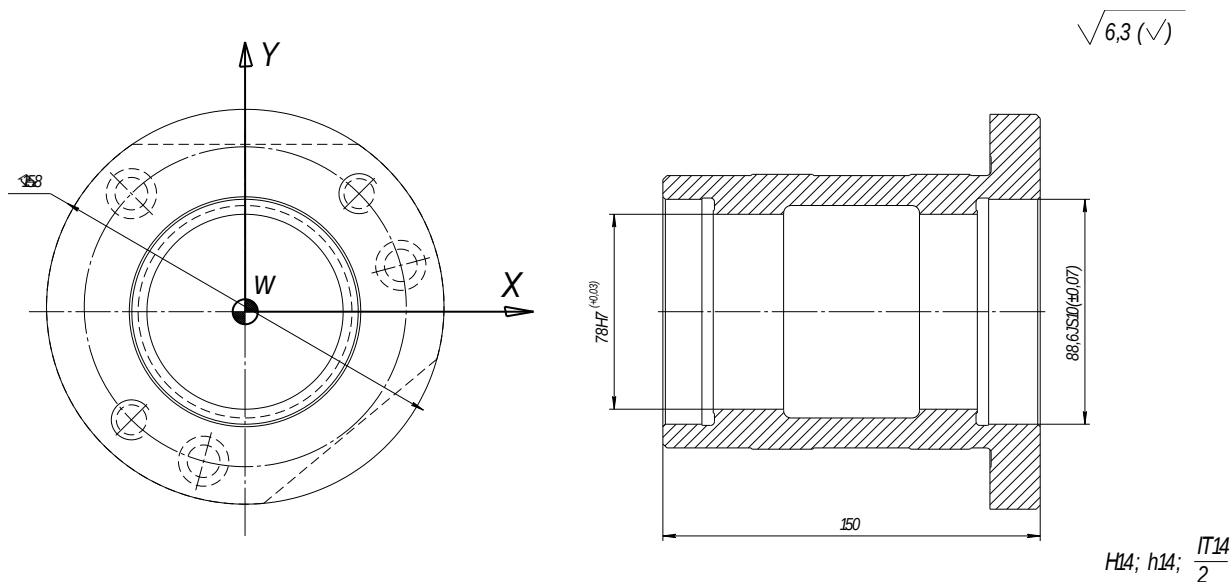
Завдання на проектування

Розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для фрезерування двох лисок в розмір 65 мм, свердлування двох отворів Ø10,2 з подальшим нарізанням різі М12-Н7, і свердлування трьох отворів Ø20/ Ø13 мм, на довжину 20мм.

Вихідні дані

Назва і матеріал деталі	Стакан СЧ 20 ГОСТ1412-85
Документація, що використовується при проектуванні	Робоче креслення деталі та заготовки, маршрутний технологічний процес, КЕ і ОК на фрезерну операцію, тип виробництва - серійний
Документація, що підлягає розробці	Складальне креслення пристрою, специфікація деталей, пояснювальна записка

Ескіз заготовки перед виконанням операції



Тип приводу пристрою

Пневматичний

Кількість деталей, що одночасно встановлюються в пристрої

1

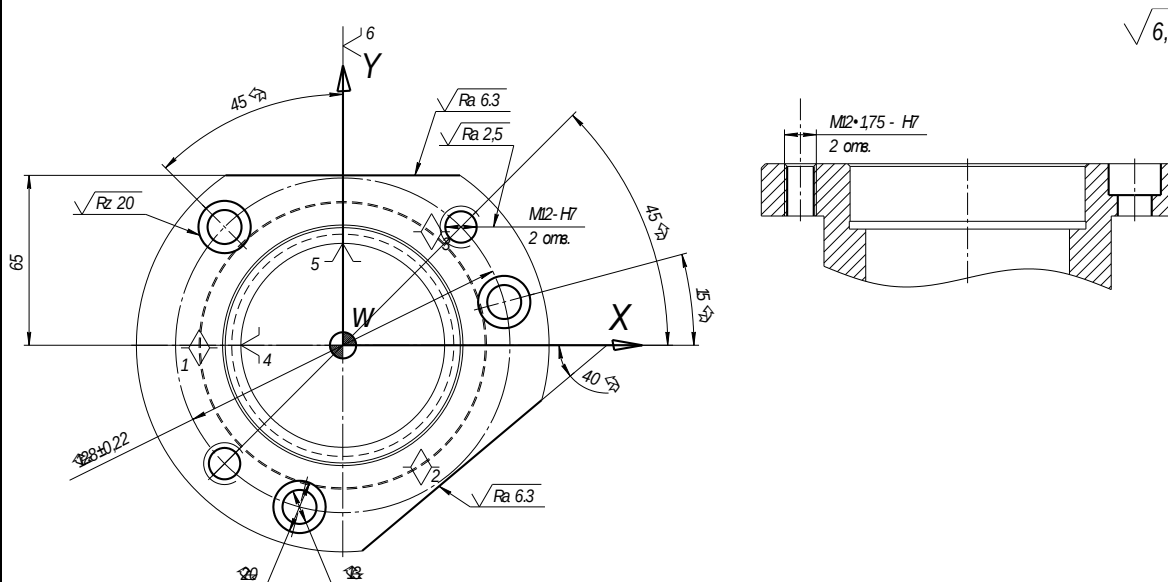
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ

Арк.

63

Ескіз заготовки після виконання даної операції



Назва операції, верстат	Фрезерна, вертикально-фрезерний з ЧПУ 6Р13РФ3.						
Зміст операції	Фрезерувати 2 лиски в розмір 65мм. Свердлувати і зенкерувати 3 отвори Ø 20/13мм на довжину 20мм. Свердлувати 2 отвори Ø10,2мм під різь М12-Н7 . Зенкерувати 2 отвори Ø10,2мм фаска 1×45° мм. Нарізати різь М12-Н7						
Технологічні бази	Торець деталі та отвір Ø78Н7 мм.						
Різальний інструмент	Кінцева фреза з конічним хвостовиком, Р6М5, Ø25 Z= 5 конус морзе 3, ГОСТ 17026-71. Свердло ступінчате Р6М5 конус морзе 3 Ø10. Свердло ступінчате Р6М5 конус морзе 3 Ø13/ Ø20. Свердло ступінчате Р6М5 конус морзе 3 Ø10,2. Зенкер Р6М5 Ø10,5 Н8 ГОСТ 12489-71. Мітчик М12×1,75 ГОСТ 3266-81						
Режими різання на операції	№ Переходу	Глибина різання t _р , мм.	Подача S, мм/хв.	Швидкість різання V, м/хв.	Частота обертів n, об/хв.	Потужність різання Ne, кВт.	Основний час T _о , хв.
	1	7	0,2	42	540	1,02	0,962
	2	3,5	1,1	15	238	1,32	0,053
	3	5,1	0,35	22	687	0,3	0,12
	4	0,9	1,75	6,7	178	2,68	0,097

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ

Арк.

64

Фрезерне пристосування представлено на рис. 3.1.

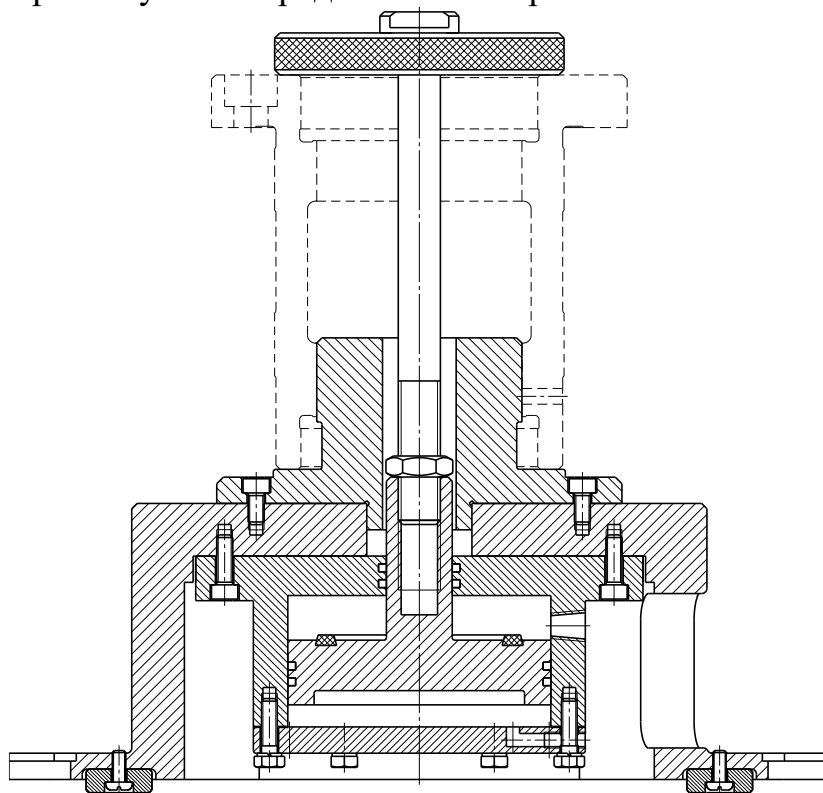


Рис.3.1. Фрезерне пристосування. Ескіз пристрою

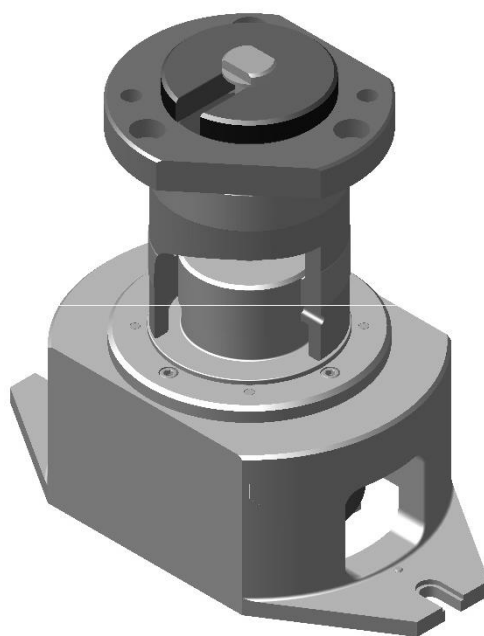


Рис. 3.2. 3D-модель загального вигляду пристосування з встановленою деталлю

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

У серійному виробництві пневмоциліндри, за потреби, переміщують з одного пристосування на інше при зміні типу деталей, що обробляються, разом із заміною верстатної оснастки. На виробництві не передбачено повне оснащення всіх пристосувань пневмоциліндрами, а лише часткове, з урахуванням різної потужності приводів. Такий підхід дозволяє знизити загальну собівартість виготовлення пристосувань.

3.1.2. Розрахунок точності базування заготовки

Базування деталі у пристосуванні, що проектується, здійснюється на циліндричний центровий палець.

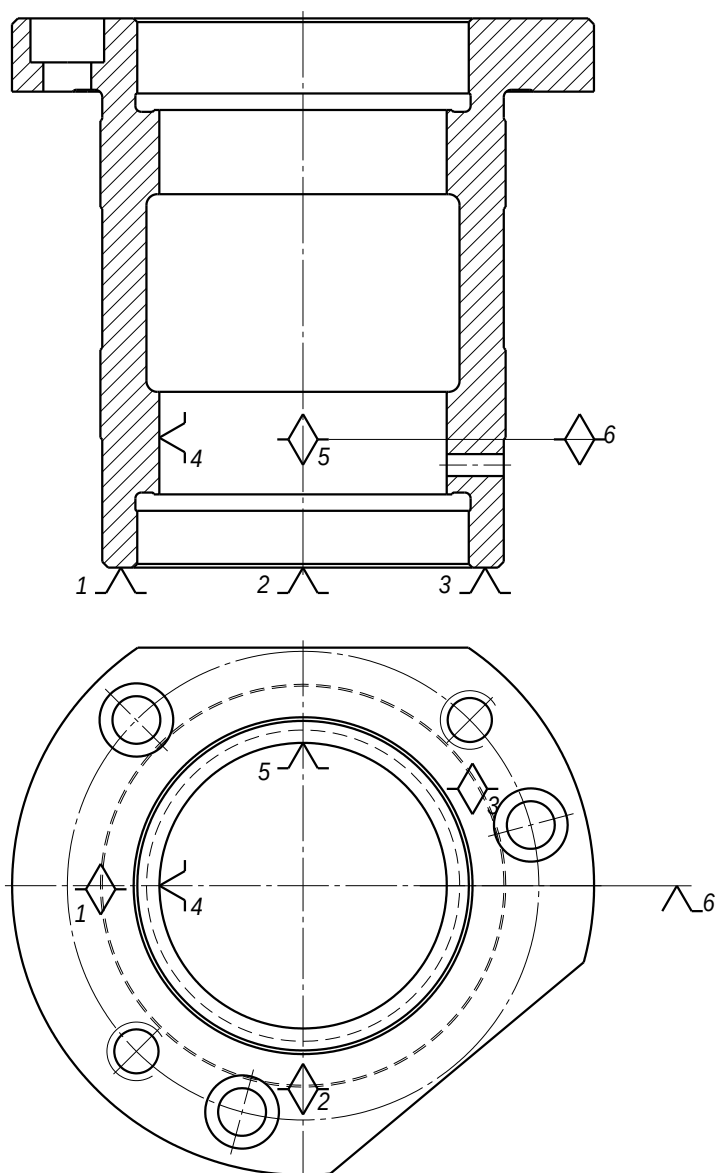


Рис. 3.3

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Розраховуємо похибку базування на розмір.

Умова забезпечення точності:

$$T_d > \xi_{\phi}$$

де $T_{ДЗГ} = 0,52$ мм, ξ_{ϕ} – похибка базування на розмір.

Для визначення похибки базування будуємо схему розташування полів допусків базового отвору деталі та центрального пальця на який деталь встановлюється (рис 3.3):

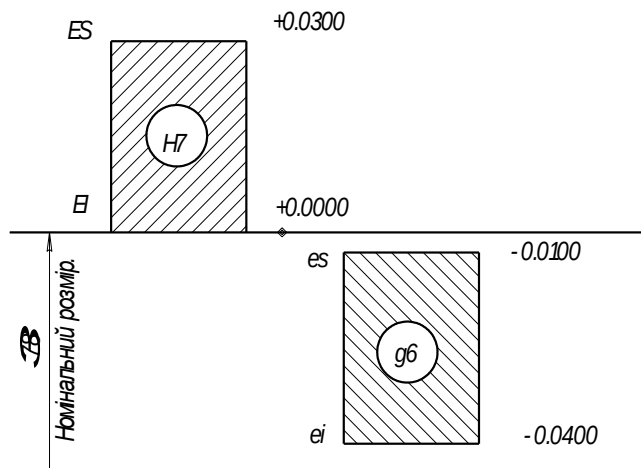


Рис. 3.4. Схема розташування полів допусків

Отже похибка базування обчислюється за формулою:

$$\xi_{\phi} = \frac{ES_o - ei_n}{2} \quad (3.2)$$

де ES_o – верхнє відхилення розміру отвору заготовки ($ES_o = 0,03$ мм), ei_n – нижнє відхилення розміру поверхні центрального пальця ($es_o = -0,04$ мм).

Тоді:

$$\xi_{\phi} = \frac{0,03 - (-0,04)}{2} = 0,035 \text{ мм}$$

Перевіряємо умову точності:

$$0,1 \text{ мм} > 0,035 \text{ мм}$$

Умова точності забезпечується.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta \leq [\delta]$$

де: δ – напруження розтягу;

$[\delta]$ – допустиме напруження розтягу, $[\delta] = 720 \text{ МПа}$.

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (3.4)$$

де: N - сила яка розтягує тягу ($N = W_3 = 55395,3 \text{ Н}$);

A – площа небезпечного перерізу ($A = \pi \times R^2$)

Визначаємо напруження розтягу за формулою:

$$\sigma = \frac{55395,3}{\pi \times 8^2} = 275,2 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується: $275,2 \text{ МПа} < 720 \text{ МПа}$.

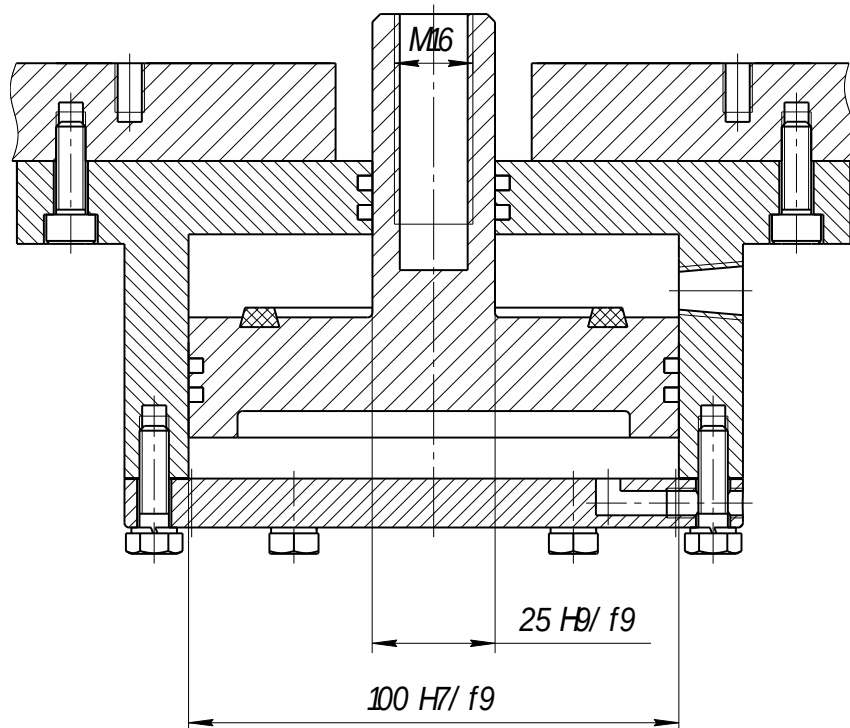


Рис. 3.5. Ескіз пневмоциліндру

3.2. Розрахунок параметрів ріжучого інструмента (комбіноване свердло Ø20/13 мм)

Для виконання суміжних операцій і переходів під час обробки циліндричних і ступінчастих отворів широко застосовують комбінований інструмент. Його

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

використання дозволяє суттєво скоротити машинний час та підвищити ефективність механічної обробки.

При обробці ступінчастих отворів комбінований інструмент сприяє зменшенню відхилень співвісності між ступенями та забезпечує високу точність взаємного розташування торцевих поверхонь заготовки.

Для одночасної обробки двох циліндричних поверхонь розробляється комбінований інструмент, до складу якого входять свердло і зенкер (рис. 3.6). Його конструктивні та геометричні параметри визначаються індивідуально залежно від типу інструменту. Основним недоліком такої конструкції є обмежена кількість можливих переточок. У випадку малих діаметрів інструмент зазвичай виготовляється монолітним із швидкоріжучої сталі марки Р6М5.

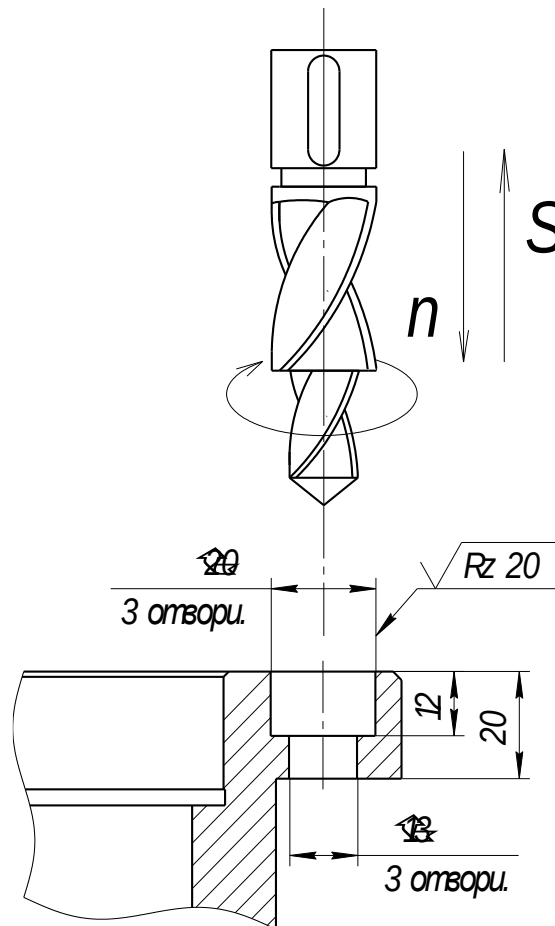


Рис. 3.6. Комбінований інструмент для одночасної обробки двох циліндричних поверхонь

Розрахунок комбінованого інструменту проводиться для двох типів інструменту окремо, але при одних режимах різання. Режими приймаються оптимальні з урахування умов роботи кожної складової комбінованого інструменту.

Першим пунктом розрахунків параметрів різальних кромки є розрахунок хвостовика інструменту. Оскільки найбільша сила різання прикладається при зенкеруванні отвору, то хвостовик призначається для цього виду обробки.

Визначаємо осьову силу $P_x(H)$ та розраховуємо крутний момент (момент сили опору різанню):

$$M_{кр} = 10C_m \times D^q \times t^x \times S^y \times K_p; \quad (3.5)$$

$$P_x = 10C_p \times t^x \times S^y \times K_p; \quad (3.6)$$

де $C_m = 0,085$; $x = 0,75$; $y = 0,8$; $C_p = 23,5$; $x = 1,2$; $y = 0,4$; коефіцієнти та показники степеню $t = 3,5\text{мм}$; $D = 20\text{мм}$; $S = 1,1\text{мм/об}$. K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку сила залежить від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається відношенням $K_p = K_{мр}$ [10]

для M :

$$K_{мр} = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,6} = 1,15,$$

для P_x :

$$K_{мр} = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,6} = 1,15$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,085 \times 20 \times 3,5^{0,75} \times 1,1^{0,8} \times 1,15 = 53,98 \text{ Нм} \approx 5,3 (\text{кгс} \times \text{м})$$

$$P_x = 10 \times 23,5 \times 3,5^{1,2} \times 1,1^{0,4} \times 1,15 = 1262,42 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр хвостовика (рис. 3.7).

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

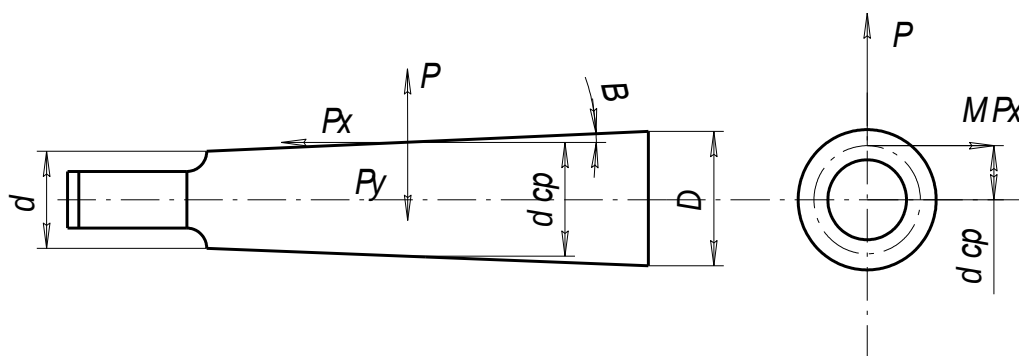


Рис. 3.7. Схема дії сил на хвостовик

$$M_{mp} = \frac{\mu \times P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \beta} \times (1 - 0.04 \Delta \beta) \quad (3.7)$$

Приймаємо момент тертя до максимальних сил опору різанню, тобто до моменту, що виникає при роботі затупленим інструментом, який збільшується до 3 разів в порівнянні з моментом прийнятим для нормальної роботи інструменту.

$$d_{cc} = \frac{6 M_{cp} \times \sin \beta}{[\mu \times P_x (1 - 0.04 \Delta \beta)]} \quad (3.8)$$

де $M_{cp} = 53,98$ Нм; $P_x = 1262,42$ Н;

$\mu = 0,096$ - коефіцієнт тертя сталі по сталі;

$\beta = 1^\circ 26'$ - половина кута конуса;

$\Delta \beta = 5'$ - відхилення кута конуса.

$$d_{cc} = \frac{6 \times 53,98 \times \sin 1^\circ 26'}{0.096 \times 1262,42 \times (1 - 0.2)} = 0.073 \text{ м} = 73,4 \text{ мм.}$$

Вибираємо найближчий більший конус морзе.

Визначаємо геометричні параметри ріжучої частини свердла, вибираємо форму заточки ДП (подвійна з підточкою перемички). Кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^\circ$. Кут між ріжучими кромками: $2\varphi = 118^\circ$, $2\varphi = 70^\circ$. Задній кут $\alpha = 12^\circ$. Кут нахилу поперечної кромки $\psi = 55^\circ$. Розміри підточки: $A = 2,0$ мм, $L = 4$ мм.

Крок гвинтової канавки H :

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \frac{\pi \times D}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{\pi \times 13}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 70_{\text{мм}} \quad (3.9)$$

Товщина dc серцевини свердла в залежності від діаметра свердла.

$$dc = 0,14D = 0,14 \times 13 = 1,82_{\text{мм}}. \quad (3.10)$$

Потовщення серцевини у напрямку хвостовика 1,5-1,8 на 100 мм довжини робочої частини свердла.

Зворотня конусність свердла (зменшення діаметра у напрямку до хвостовика) на 100 мм довжини робочої частини приймаємо 0,05 мм.

Ширина стрічки fo і висота затилку по спинці K вибираємо по таблиці.

$$Fo = 1,0 \text{ мм}, K = 0,4 \text{ мм}.$$

$$\text{Ширина пера } B = 0,58 D = 0,58 \times 13 = 7,54 \text{ мм}.$$

Визначаємо елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла.

Великий радіус профілю.

$$Ro = C_R \times C_r \times C_\phi \times D \quad (3.11)$$

$$C_R = \frac{0,026 C_R \times 2\phi^3 \sqrt{2\phi}}{\omega} = \frac{0,026 \times 118 \times \sqrt[3]{18}}{30} = 0,493$$

$$C_r = \left(\frac{0,14 \times D}{dc} \right)^{0,044} = \left(\frac{0,14 \times 14,5}{2,03} \right)^{0,044} = 1$$

$$C_\phi = \left(\frac{13\sqrt{D}}{D\phi} \right)^{0,9} \text{ якщо } D\phi = 13\sqrt{D} \text{ тоді } C_\phi = 1$$

Маючи всі складові, визначаємо радіус профілю $Ro = 0,493 \times 13 = 6,409 \text{ мм}$.

Менший радіус профілю $R_k = C_k \times D$.

$$\text{Де } C_k = 0,015\omega^{0,75} = 0,015 \times 30^{0,75} = 0,191.$$

$$\text{Тобто } R_k = 0,191 \times 13 = 2,438.$$

По заданих розмірах будується профіль канавочної фрези.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

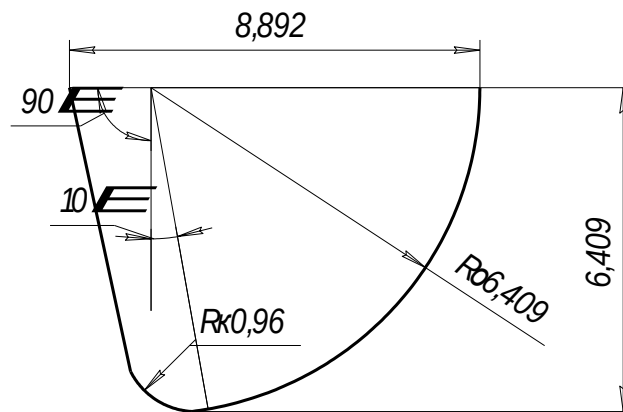


Рис. 3.8. Профіль канавочної фрези

Визначаються основні технічні вимоги і допуски на розміри свердлової частини при виготовленні комбінованого інструменту.

Граничні відхилення діаметрів свердла $D=13h9$ допуск на загальну довжину і довжину робочої частини дорівнює подвоєному допуску по квалітету 14 з симетричним розташування граничних відхилень ($\pm IT14/2$).

Радіальне биття робочої частини відносно вісі хвостовика не повинно перевищувати 0,15 мм.

Кути $2\varphi=118^\circ\pm 2^\circ$; $2\varphi=70^{+5^\circ}$. Кут нахилу гвинтової канавки $\omega=30^{+2^\circ}$

Граничні відхилення розмірів підточки ріжучої частини $+0,5$.

У робочої частини свердла HRC 62-65; хвостовик HRC 30-45.

3.2.1. Розрахунок другої складової комбінованого інструменту (зенкера).

Розрахунок параметрів ріжучої частини зенкера.

$$L_p = (t + a) \operatorname{ctg} \varphi \quad (3.12)$$

t - Глибина різання;

a - додаткова довжина для полегшення центрування зенкера в отворі на початку роботи;

φ - головний кут в плані $\varphi=60^\circ$.

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{20 - 13}{2} = 3,5 \text{ мм.} \quad (3.13)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$a=(0,5 \dots 1,0)t$; $a=1,0 \times 3,5=3,5\text{мм}$;

$L_p=(3,5+3,5) \times \text{ctg}60^\circ=4\text{мм}$.

Визначаються геометричні параметри ріжучої частини зенкера.

Задній кут α на головній ріжучій кромці $\alpha=10^\circ$, на калібруючій поверхні $\alpha=8^\circ$. Передній кут $\gamma=0$, (на фасці шириною $f_0=0,3\text{мм}$). Кут нахилу гвинтової канавки $\omega=10^\circ$.

Діаметр серцевини $D=(0,45 \dots 0,8)d$; $D1=10\text{мм}$.

Глибина гвинтової канавки $h=0,27d$; $h=5,4\text{мм}$.

Кут врізання $\omega1=10^\circ$. Профіль канавки приймається прямолінійний.

Крок гвинтової канавки:

$$H = \pi \times D \times \text{ctg}10^\circ = \pi \times 20 \times 5.6713 = 356.34\text{мм} \quad (3.14)$$

Головний кут в плані $\phi=60^\circ$.

Кут в плані перехідної кромки $\phi1=30^\circ$.

Зворотню конусність приймаємо $0,05\text{мм}$ на 100мм довжини. Кількість зубів $Z=4$.

Конструктивні елементи зенкера приймаються по довідковим даним.

Ширина технологічної канавки між свердлом та зенкером приймається половина діаметру канавочної фрези і дорівнює $L_k=5\text{мм}$, та діаметром $d_k=12\text{мм}$.

Для ефективної роботи ріжучого інструменту із забезпеченням високої точністю обробки потрібно забезпечити раціональні умови його експлуатації.

Всі роботи, пов'язані з використанням ріжучого інструменту та контролем його роботи, виконуються спеціалізованими інструментальними службами. Одним із головних завдань таких служб є забезпечення заходів, спрямованих на підвищення зносостійкості та довговічності інструменту.

Для досягнення цих цілей необхідно ще до початку роботи перевірити правильність установки інструменту, надійність його кріплення, відсутність люфтів і биття ріжучих кромek у обертових інструментів, а також відповідність заданим режимам обробки. Важливо уважно стежити за процесом різання під час пробних проходів.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід пам'ятати, що навіть незначне перевищення рекомендованої швидкості різання може істотно знизити стійкість інструменту. Крім того, потрібно контролювати подачу змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) у зону різання, а також процес утворення та відведення стружки. Оцінити стан інструменту можна за виглядом стружки, якістю обробленої поверхні та точністю отриманих розмірів.

У разі нормального зношування інструмент піддається заточуванню або переналагодженню. З метою підвищення ефективності та зносостійкості інструменту застосовуються спеціальні покриття, стійкі до зношування, а також методи термохімічної обробки.

Для тривалого зберігання інструмент потребує відповідної консервації з використанням спеціальних технологій.

3.3. Розрахунок ріжучого інструменту (свердло Ø6 мм).

3.3.1. Опис конструкції.

Для обробки отворів Ø 6мм приймаємо спіральне свердло Ø6 мм. Спіральне свердло складається з ріжучої частини та хвостовика. Ріжуча частина виготовлена з матеріалу Р6М5, хвостовик – зі сталі 40Х. Поєднані ці частини за допомогою зварювання тертям.

3.3.2. Вибір геометричних параметрів

Вибираємо геометричні параметри свердла: приймаємо нормальну заточку без підточок.

Для цього виду заточки свердла Ø6:

- кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 15^0$;
- кут між ріжучими лезами $2\varphi = 118^0$;
- задній кут $\alpha = 18^0$;
- кут нахилу поперечного леза $\psi = 20^0$.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.3. Вибір та розрахунок конструктивних елементів

1. Діаметр свердла:

завданням визначено вибір даних для свердла Ø6.

2. Розрахунок режимів різання:

1. Визначаємо глибину різання мм: $t = \frac{D}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм.}$

2. Призначаємо подачу мм/об ([10] стр 277 таб 25).

$$\text{Подача: } S = 0,04 - 0,2 \text{ мм/об}$$

$$\text{Приймаємо } S = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Розраховуємо швидкість різання м/хв.

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v$$

де K_v загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = K_{mv} \times K_{uv} \times K_{lv}$$

де: K_{mv} - коефіцієнт на оброблюваний матеріал ([10])

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} = \left(\frac{190}{241} \right)^{1,3} = 0,73$$

K_{uv} - коефіцієнт на інструментальний матеріал ([10]).

$$K_{uv} = 1$$

K_{lv} - коефіцієнт, що враховує глибину різання. ([10]).

$$K_{lv} = 1$$

$$K_v = 0,73 \times 1 \times 1 = 0,73$$

Значення C_v і показники степеню в формулу швидкості різання при свердлінні ([10]).

Середнє значення періоду стійкості інструменту T ([10]).

$$V = \frac{14,7 \times 6^{0,25}}{35^{0,125} \times 0,1^{0,55}} \times 0,73 = 38,199$$

4. Крутний момент, Нм та осьову силу, Н. розраховуємо по формулі.

$$M_{KK} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times K_p$$

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення коефіцієнтів C_m і C_p та показники степеню наведені в [10].

Коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить лише від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається виразом:

$$K_p = K_{mp}$$

Коефіцієнт K_{mp} наведений в [10].

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = \left(\frac{241}{190} \right)^{0,6} = 1,15$$

$$M_{kp} = 10 \times 0,021 \times 6^2 \times 0,1^{0,8} \times 1,15 = 1,37 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \times 42,7 \times 6^1 \times 0,1^{0,8} \times 1,15 = 465,52 \text{ Н}$$

5. Розраховуємо потужність, кВт.

$$N_e = \frac{M_{kp} \times n}{9750} = \frac{1,37 \times 2000}{9750} = 0,28 \text{ кВт}$$

де n – частота обертання інструменту об/хв.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 38.199}{\pi \times 6} = 2025 = 2000 \text{ об/хв.}$$

Конструктивні елементи свердла вибираємо за [10]:

$d = 6 \text{ мм}$, $L = 93 \text{ мм}$, $l = 57 \text{ мм}$, $f = 0,5 \text{ мм}$, $B = 3,7 \text{ мм}$, $H = 10,3 \text{ мм}$.

Для забезпечення ефективної роботи ріжучого інструменту та досягнення високої точності обробки необхідно дотримуватись належних умов його експлуатації.

Усі операції, пов'язані з використанням ріжучого інструменту та контролем за його станом, виконуються спеціалізованими інструментальними службами. Одним із ключових напрямів їхньої діяльності є впровадження заходів, спрямованих на підвищення зносостійкості та довговічності інструменту.

Для виконання цих завдань перед початком роботи потрібно перевірити правильність установки та надійність кріплення інструменту, переконатися у відсутності люфтів і биття ріжучих кромek в інструментів, що обертаються, а також у відповідності обраних режимів обробки встановленим нормам.

Необхідно контролювати процес різання під час пробних проходів.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Варто враховувати, що навіть незначне перевищення швидкості різання може значно зменшити стійкість інструменту. Особливу увагу слід приділити правильності подачі змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) в зону різання, а також процесу утворення та видалення стружки.

Оцінити технічний стан інструменту можна за виглядом стружки, якістю обробленої поверхні та точністю отриманих розмірів. У разі нормального зносу інструмент підлягає повторному загостренню або переналадженню.

Для покращення працездатності та збільшення строку служби інструменту застосовують зносостійкі покриття та методи термохімічної обробки.

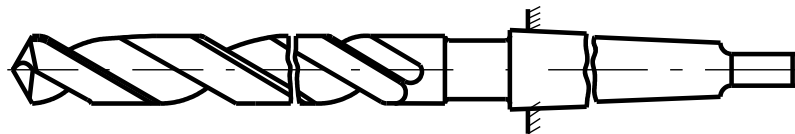


Рис. 3.9. Свердло Ø6 2300-0181

3.4. Розрахунок контрольно-вимірювального інструмента

3.4.1. Вибір граничних відхилень та визначення граничних розмірів деталі

Визначаємо граничні відхилення вала Ø109h14

Верхнє $es = 0 = 0\text{мм}$

Нижнє $si = -87\text{мкм} = -0.87$

Визначаємо граничні розміри валу:

$$d_{max} = d + es = 109 + 0 = 109\text{мм} \quad (3.15)$$

$$d_{min} = d + ei = 109 + (-0.87) = 108,13\text{мм} \quad (3.16)$$

3.4.2 Вибір граничних відхилень калібру

$$Z_1 = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм}$$

$$Y_1 = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм}$$

$$H_1 = 5 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм}$$

3.4.3. Побудова схеми розташування полів допусків

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

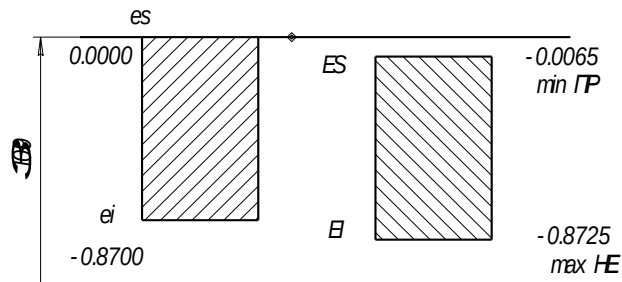


Рис. 3.10. Схема розташування полів допусків

3.4.4. Розрахунок виконавчих розмірів калібру

Найбільший розмір прохідної скоби:

$$ПР_{max} = D_{max} - Z_1 + H_1/2 = 109 - 0.004 + 0.0025 = 108.9985 \text{ мм}$$

Найменший розмір прохідної пробки:

$$ПР_{min} = D_{max} - Z_1 - H_1/2 = 109 - 0.004 - 0.0025 = 108.9935 \text{ мм}$$

Зношений розмір прохідної скоби:

$$ПР_{зн} = D_{max} + Y_1 = 109 + 0.003 = 109,003 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір прохідної скоби:

$$ПР_{вик} = 108,9935 + 0.003 = 108,9965 \text{ мм}$$

Найбільший розмір непрохідної скоби:

$$HE_{max} = D_{min} + H_1/2 = 108,13 + 0.0025 = 108,1325 \text{ мм}$$

Найменший розмір непрохідної скоби:

$$HE_{min} = D_{min} - H_1/2 = 108,13 - 0.0025 = 108,1275 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір непрохідної скоби:

$$HE_{вик} = 108,1275 + 0.005 = 108,1325 \text{ мм}$$

3.5. Принцип контролю та наладки

Контрольна операція передбачає вимірювання та перевірку низки параметрів і розмірів. Одним із важливих параметрів, що підлягає контролю, є радіальне биття двох циліндричних поверхонь деталі типу «стакан». Для

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						80
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		

виконання такої операції необхідно використовувати спеціальне контрольне пристосування.

Вибір методу та засобів вимірювання має здійснюватися з урахуванням допустимої похибки, геометрії та габаритів деталі, особливостей технологічного процесу, його стабільності та точності, типу виробництва, вартості вимірювального обладнання, а також низки конструктивних, технологічних і економічних чинників.

Для визначення радіального биття існує багато методик, проте слід обрати найраціональнішу - зручну у використанні та економічно вигідну у виготовленні. У запропонованому варіанті контроль здійснюється шляхом базування деталі за отворами, а вимірювання виконується за допомогою індикаторної головки.

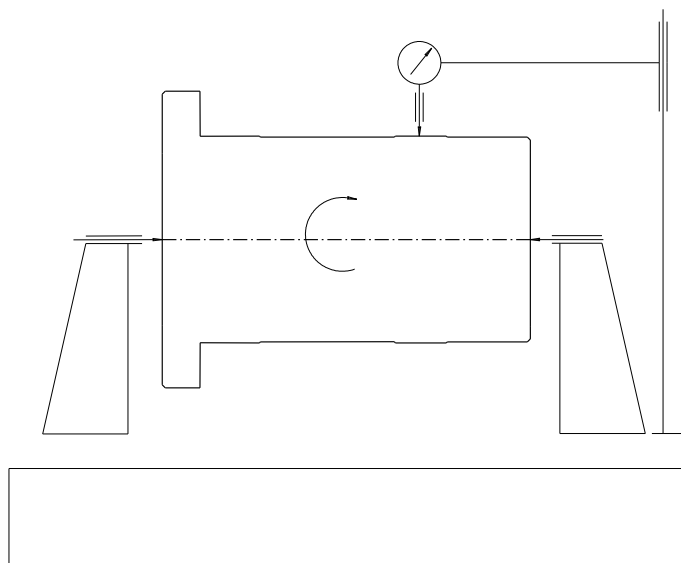


Рис. 3.11. Схема вимірювання

У даному пристосуванні контроль параметрів здійснюється шляхом обертання деталі навколо власної осі. Деталь встановлюється в центрах, а індикаторна головка закріплюється на штативі та, за необхідності, переставляється для вимірювання різних діаметрів валу. Щуп індикатора підводиться до контрольованої поверхні деталі типу «стакан» таким чином, щоб стрілка приладу була встановлена на нульове значення, після чого індикатор фіксується за допомогою гвинта. У процесі обертання деталі знімаються покази індикаторної головки.

Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ

Арк.

81

Отримані результати порівнюються з технічними вимогами, зазначеними в документації на виготовлення деталі. Демонтаж інструменту проводиться у зворотній послідовності.

Вимірювальне пристосування складається з кількох основних елементів. Його базовим елементом є монтажна плита, на якій за допомогою гвинтів і штативів закріплюється упор з центром. Аналогічним способом фіксуються тримачі. Усередині корпусу розміщені елементи: центр, пружина, пробка та ручка. Сам корпус встановлюється в пазу плити, де фіксується шпонками та гвинтами, після чого надійно стопориться болтами.

Нормальні умови виконання вимірювань визначаються встановленими значеннями основних метрологічних величин:

- температура навколишнього середовища -20°C ;
- атмосферний тиск - 760мм рт ст.;
- відносна вологість повітря 58%;
- прискорення вільного падіння $9,8\text{м/с}^2$;
- відносна швидкість навколишнього повітря рівна 0;
- значення зовнішніх сил рівні 0.

3.6. Розрахунок основних параметрів самоцентруючого трикулачкового патрона

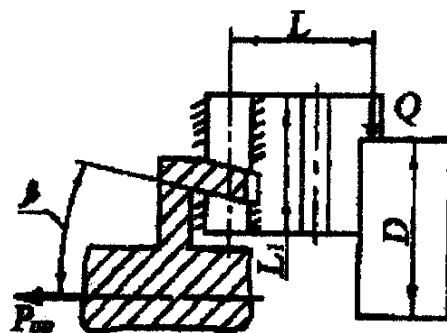


Рис. 3.12. Схема конструкції токарного патрона з клиновим приводом

Вихідні дані

момент різання $M_{\text{різ}} = 120 \text{ кН} \cdot \text{мм}$

МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ					Арх.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата	83

- діаметр заготовки у місці затиску $D = 162$ мм;
- коефіцієнт запасу затискання $K = 2,5$;
- коефіцієнт тертя між кулачками патрона та заготовкою $f = 0,3$;
- коефіцієнт тертя між направляючими патрона та кулачками $f_1 = 0,15$;
- виліт кулачка $L = 70$ мм;
- довжина направляючої частини кулачка патрона $L_1 = 90$ мм;
- к.к.д. пневмоциліндра $\eta = 0,95$;
- розрахунковий (мінімальний) тиск повітря в пневмомережі $P_6 = 0,4$ МПа (40 Н/см²).

Визначення необхідної сумарної сили затискання заготовки

$$Q = \frac{2 \cdot K \cdot M_{\delta^3 \zeta}}{f \cdot D} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 12000}{0,3 \cdot 150} = 12350 \text{ Н}$$

Розрахунок величини сили затискання заготовки одним кулачком

$$Q_1 = \frac{Q}{n} = \frac{12355}{3} = 4118 \text{ Н}$$

де $n = 3$ кількість кулачків патрона.

Визначення необхідної сили тяги на штоці механізованого приводу патрона

$$P_{np} = n \cdot k' \cdot \left(1 + \frac{3L}{L_1} \cdot f_1 \right) \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi) \cdot Q_1$$

де $k_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує додаткові сили тертя в патроні;

$\beta = 17^\circ$ - кут нахилу клина;

φ – кут тертя на похилій поверхні.

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_1 = 8,5$$

$$P_{np} = 3 \cdot 1,1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 70}{90} \cdot 0,15 \right) \cdot \operatorname{tg}(17 + 8,5) \cdot 4118 = 8806 \text{ Н}$$

Визначення діаметра поршня пневматичного циліндра

Попередньо приймається $d_{\text{п}} = 0,15D_{\text{ц}}$:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{ц}}}{\pi \cdot \delta_{\text{п}} \cdot (1 - 0,15^2) \cdot \eta}}$$

де $\eta = 0,95$ – ккд пневмоциліндра;

$p_{\text{в}} = 0,4$ МПа (40 Н/см²);

$d_{\text{шт}}$ – діаметр штока.

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8806}{3,14 \cdot 4 \cdot (1 - 0,15^2) \cdot 0,95}} = 20,4 \text{ мм} \approx 20 \text{ мм}$$

Приймаємо найближче більше значення стандартного розміру діаметра поршня пневматичного циліндра та діаметра його штока: $D_{\text{ц}} = 250$ мм, $d_{\text{шт}} = 45$ мм.

Визначення фактичної сили тяги на штоці пневмоциліндра

$$P_{\text{ф}} = \frac{\pi (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{п}}^2)}{4} \cdot \delta_{\text{п}} \cdot \eta = \frac{3,14 (250^2 - 45^2)}{4} \cdot 40 \cdot 0,95 \approx 18000 \text{ Н}$$

Висновок. Надійне затискання заготовки в самоцентруючому трьохкулачковому патроні для заданих умов обробки на токарному верстаті забезпечує пневмоциліндр з розмірами $D_{\text{ц}} = 250$ мм, $d_{\text{шт}} = 45$ мм.

Розрахунок схеми базування та розрахунок похибки базування

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		84

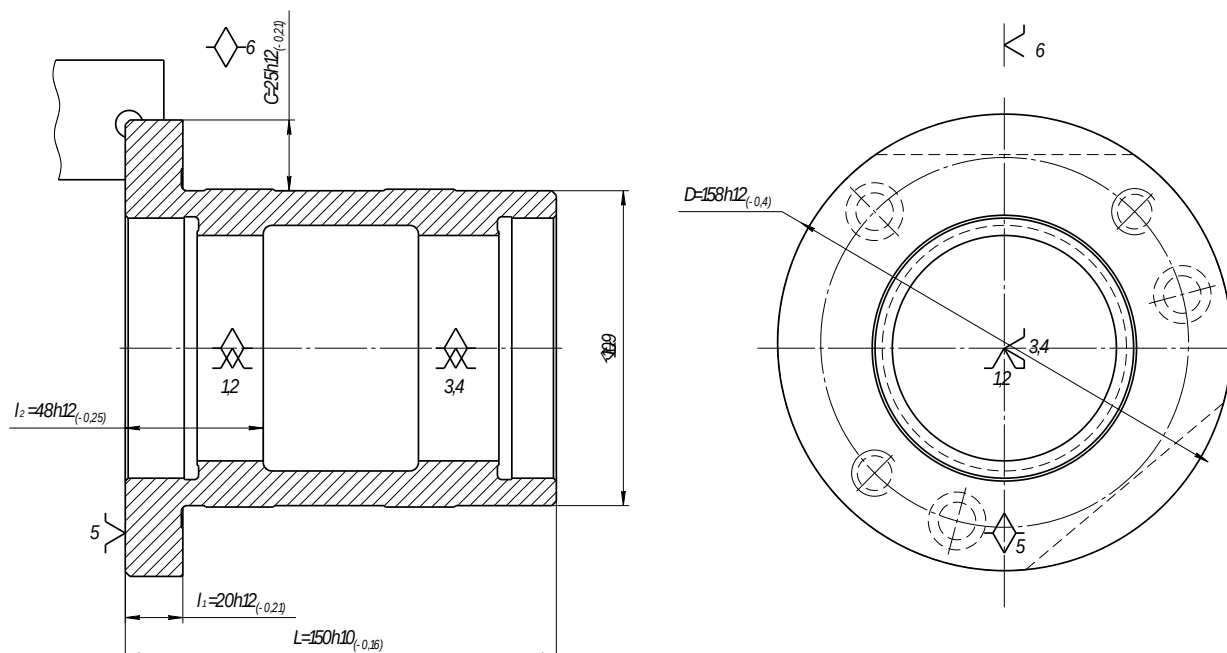


Рис. 3.13. Схема базування

Похибка базування діаметральних розмірів

$$\varepsilon_6 \text{ } \varnothing 109 \text{ мм, } \varnothing 111, 4h10 \text{ мм, } \varnothing 158 \text{ мм} = 0$$

Похибка базування розміру $C = 25_{-0,21}$ становить:

$$\varepsilon_{6c} = 0,5 T_d ,$$

де $T_d = 0,4 \text{ мм}$ - допуск на діаметр заготовки.

$$\text{Тоді } \varepsilon_{625} = 0,4 \cdot 0,21 = 0,084 \text{ (мм)}.$$

Похибка базування розміру $l_1 = 20_{-0,21}$ становить:

$$\varepsilon_{620} = \delta_L ,$$

де $\delta_L = 0,16 \text{ мм}$ - допуск на довжину заготовки.

$$\text{Тоді } \varepsilon_{620} = 0,16 \text{ мм}.$$

Похибка базування розміру $l_2 = 48_{-0,25}$ становить:

$$\varepsilon_{648} = \delta_L ,$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		85

де $\delta_L = 0,16 \text{ мм}$ - допуск на довжину заготовки.

Тоді $\varepsilon_{620} = 0,16 \text{ мм}$.

3.7. Визначення необхідної сили затискання заготовки в пристрої для свердління

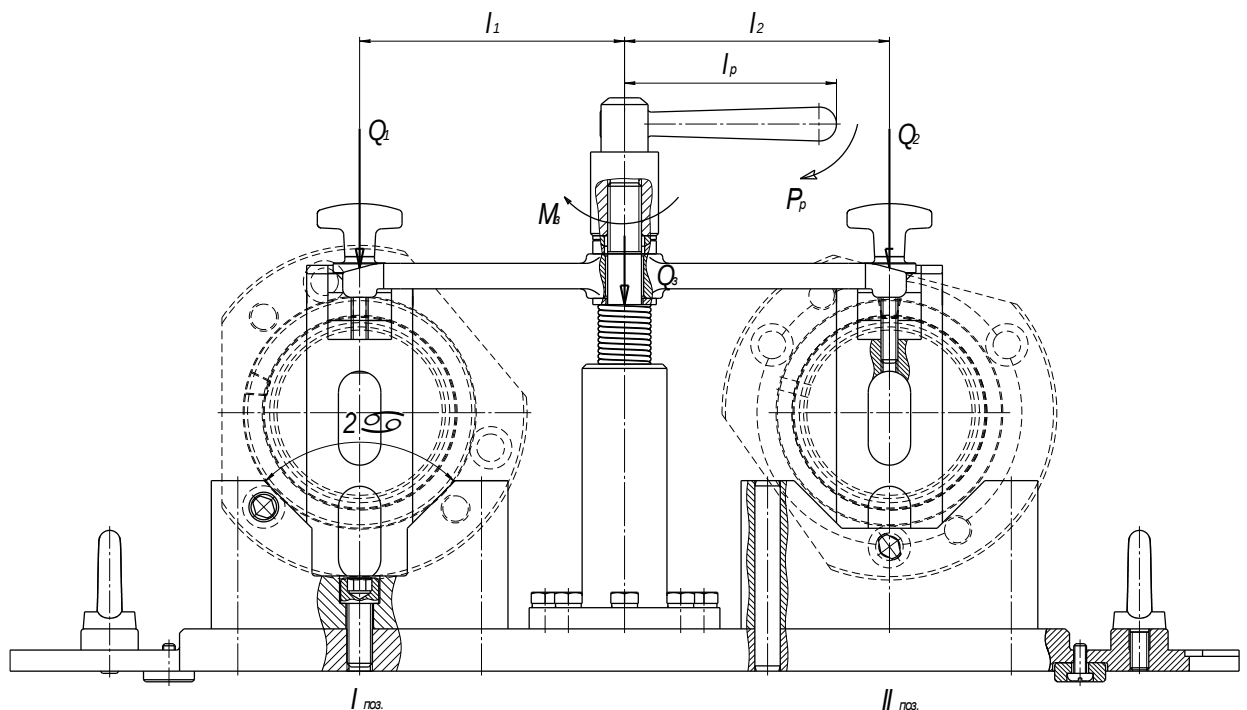


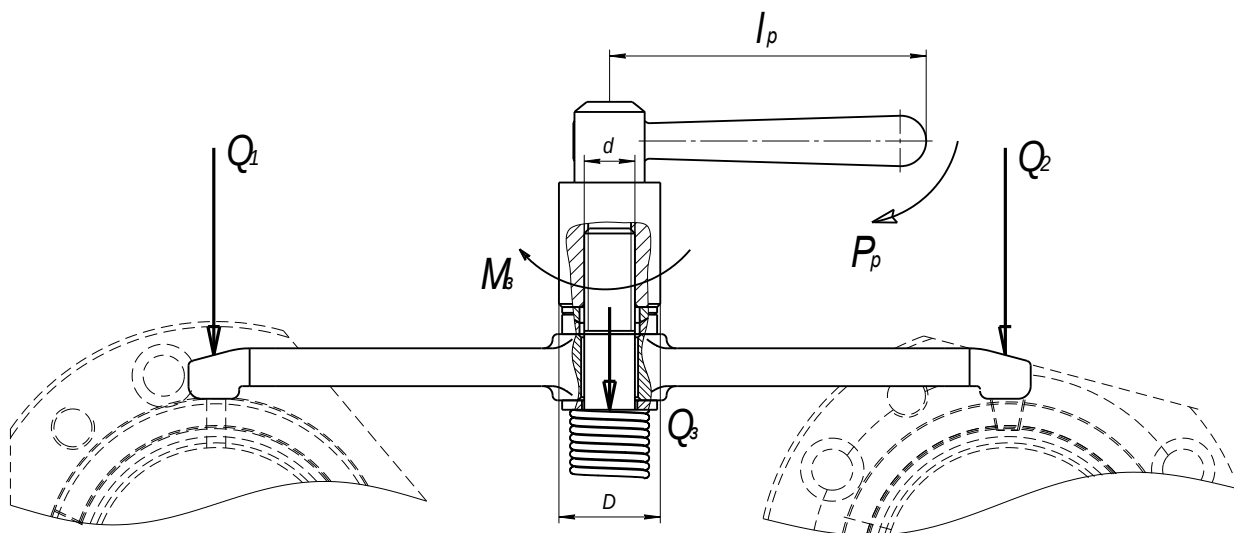
Рис. 3.14. Визначення необхідної сили затискання заготовки в пристрої для свердління

3.7.1 Вибір кінематичної схеми затискання механізму та розрахунок фактичної сили затискання

Для реалізації схеми затискання заготовок на двох позиціях пристрою приймаємо гвинтоважільний затискний механізм схема якого наведена на рис. 3.15. Розміри затискного механізму приймаємо конструктивно $l_1 = l_2 = 125 \text{ мм}$, $l_p = 110 \text{ мм}$, $d_p = \text{M16} \times 1,75$.

Розрахунок фактичної сили затискання.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		86



$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 = 671,1 + 671,1 = 1342,2H$$

$$Q_{\Sigma\phi} = \frac{D_{\delta} \cdot l_{\delta}}{r_{\phi} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi) + \frac{1}{3} f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

де $\alpha = 2-3^{\circ}$;

$\phi = 6^{\circ}$;

$r_{\phi} = 0,45 \cdot d_p = 0,45 \cdot 16 = 7,2 \text{ мм.}$

$P_p = 150-200 \text{ Н}$ – зусилля затиску, робочого;

$l_p = 110 \text{ мм}$ – довжина рукоятки.

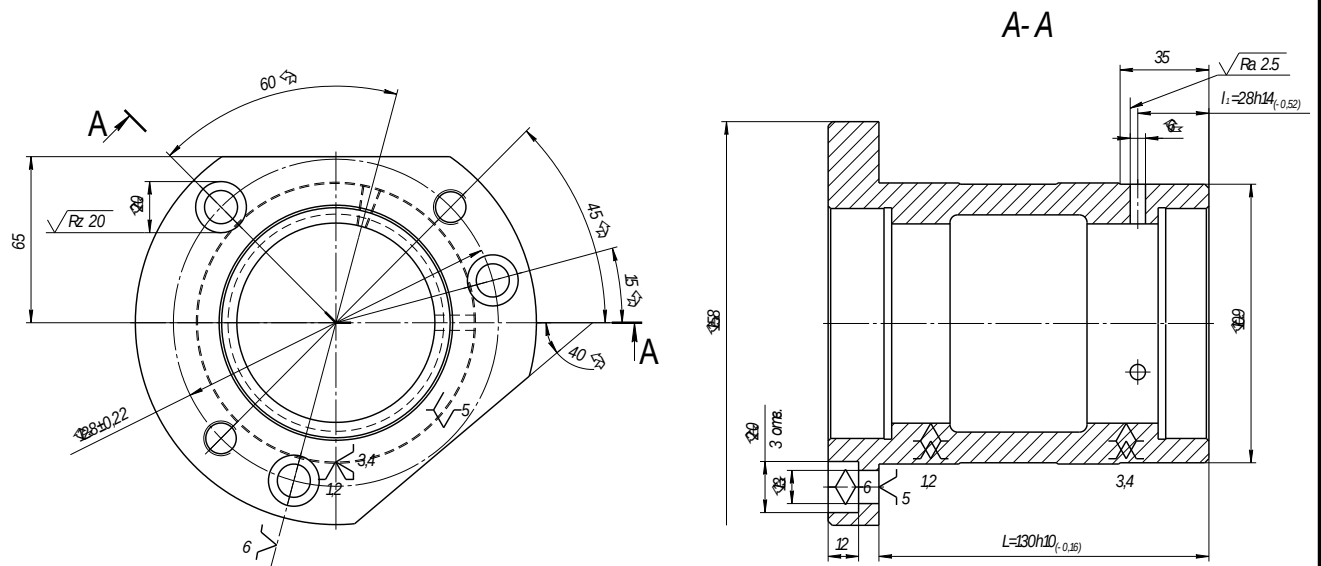
$f = 0,16$ – коефіцієнт тертя між гайкою та прихватом;

$$Q_{\Sigma\phi} = \frac{150 \cdot 110}{7,2 \cdot \operatorname{tg}(3 + 6) + \frac{1}{3} \cdot 0,16 \frac{32^3 - 16^3}{32^2 - 16^2}} = 5253H$$

Так як $Q_{\Sigma\phi} \geq Q_{\Sigma}$ то буде забезпечене надійне затискання.

3.7.2 Розрахунок теоретичної схеми базування та розрахунок похибки базування

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		87



Похибка базування розміру $l_1 = 28_{-0,52}$ становить:

$$\varepsilon_{628} = \delta_L,$$

де $\delta_L = 0,16 \text{ мм}$ - допуск на довжину заготовки.

Тоді $\varepsilon_{628} = 0,16 \text{ мм}$.

3.7.3 Визначення значення коефіцієнта запасу затискання K_z

$$K_z = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований запас затискання;

$K_1 = 1,2$ – підвищення сил різання при чорновій обробці;

$K_2 = 1,15$ – підвищення сил різання внаслідок затуплення свердла;

$K_3 = 1,0$ – обробка (свердління) здійснюється без удару;

$K_4 = 1,3$ – затискний механізм з ручним приводом;

$K_5 = 1,0$ – рукоятка затискного механізму має зручне розташування;

$K_6 = 1,0$ – заготовка має обмежену поверхню контакту з опорними елементами; [8]

$$K_z = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \approx 2,69$$

Прийнято $K_z = 2,7$

3.7.4 Визначення необхідної сили затискання заготовки в пристрої

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		88

Необхідну силу затискання визначаємо для І позиції, де діє найбільший момент

$$Q = K_3 \frac{2M}{D_3 \left(f_1 + \frac{f_2}{\sin \alpha} \right)} + \frac{P_x}{f_1 + \frac{f_2}{\sin \alpha}}$$

де $M = 1370 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ – момент різання при свердлінні отвору $\varnothing 6 \text{ мм}$ (І поз.);

$P_x = 466 \text{ Н}$ – вісева сила різання, позиція І;

$f_1 = 0,16$ – коефіцієнт тертя між прихватом та заготовкою; [8]

$f_2 = 0,4$ – коефіцієнт тертя між призмою та заготовкою. [8]

$$Q = 2,7 \frac{2 \cdot 1370}{111,4 \left(0,16 + \frac{0,4}{0,7} \right)} + \frac{466}{0,16 + \frac{0,4}{0,7}} = 671,1 \text{ Н}$$

Таку ж силу затискання приймаємо і для 2 позиції тобто $Q_1 = Q_2 = 671,1 \text{ Н}$

Висновки до розділу 3.

Прийнята схема базування забезпечить задану точність обробки, так як похибки базування розмірів (рис. 3.13) значно менші за величини допусків на ці розміри.

Сила, що необхідна для надійного затискання заготовки в пристрої відповідно до заданих умов обробки складає $Q_1 = Q_2 = 671,1 \text{ Н}$. Коефіцієнт запасу затискання складає $K_3 = 2,7$.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		89

ВИСНОВКИ

При виконанні випускної кваліфікаційної роботи вирішені наступні задачі:

1. На основі проведеного аналізу службового призначення та умов експлуатації деталі, технічних вимог на її виготовлення, а також аналізу технологічності конструкції, розроблені – робоче креслення заданої деталі «Стакан», 3D-модель та технічні вимоги на виготовлення деталі.

2. За результатами аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі, а також типових технологічних процесів, розроблено новий технологічний процес виготовлення деталі, проведено вибір форми та встановлено спосіб виготовлення заготовки, вибрано необхідне технологічне обладнання і технологічне оснащення, розраховані загальні та міжопераційні припуски, режими різання і технічні норми часу, розроблено та оформлено комплект необхідної технологічної документації.

3. Сконструйовано спеціальний пристрій для забезпечення закріплення заготовки і виконання операції фрезерування, розроблений комбінований інструмент для виконання отворів, розроблені відповідні 3D-моделі. Проведені розрахунки похибок базування та похибок налаштувань пристосування для забезпечення необхідних параметрів обробки.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						90
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.А.Красовський, П.П.Мельничук, В.А.Яновський. Курсове проектування з технології машинобудування. Навчально – методичний посібник-Житомир: ЖДТУ. 2010 р.
2. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 “Технологія машинобудування”, 7.090203 “Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.
3. Методичні вказівки з дисципліни “Технологія машинобудування” для студентів спеціальності (освітня програма) 133 «Галузеве машинобудування» Київ. - 2015. – 92 с.
4. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с
5. П.П.Мельничук, А.І.Боровик, П.А.Лінчевський, Ю.В.Петраков «Технологія машинобудування»: Підручник-Житомир: ЖДТУ,2005-882с.
6. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально – методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с. 14. Металорізальні інструменти: підручник / Равська Н. С. - Житомир: ЖДТУ, 2016. 150 с.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00-ПЗ	Арк.
						91
Змн	Ар	№ докум	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				Документація		
A1			"017-002-0088"	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	"017-002-0088"	Деталь	1	
		2		Корпус	1	
		3		Палець центровий	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Болт М6-8gx22.109.30ХГСА	10	
		5		Болт 7002-0811	1	
		6		Гайка М16	1	
		7		Гвинт А.М5-6gx12.109.30ХГСА	2	
		8		Гвинт М6-6gx25.109.30ХГСА	6	
		9		Гвинт М6-6gx16.109.30ХГСА	4	
		10		Пнеumoциліндр 7020-0222	1	
		11		Шайба 7019-0499	1	
		12		Шпонка 7031-0605	2	
		13		Шайба 6Л БрКМц3-1	10	
		14		Штифт 2.6X22	4	
Зм	Арк	№докум.	Підпис	Дат	МІ 131.00.1/Б 102/с 001 11 СК	
Викона	Барабашук					
Перев.	Яновський				Пристрій для фрезерування	
Н.конт						
Затв.	Мельник					
					Літ.	Аркуш
					1	1
					Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. ПМ-142	

ГОСТ 3.1105-84

Форма 3

Дудл.

Зам.

Підп.

Змін.

Лист

№ докум

Підпис

Дата

Міністерство освіти і науки України

Державний університет "Житомирська політехніка"

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра механічної інженерії

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

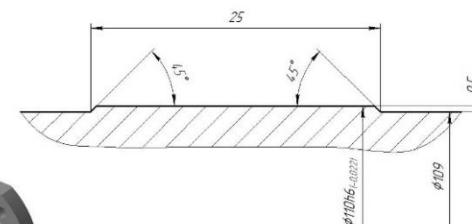
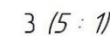
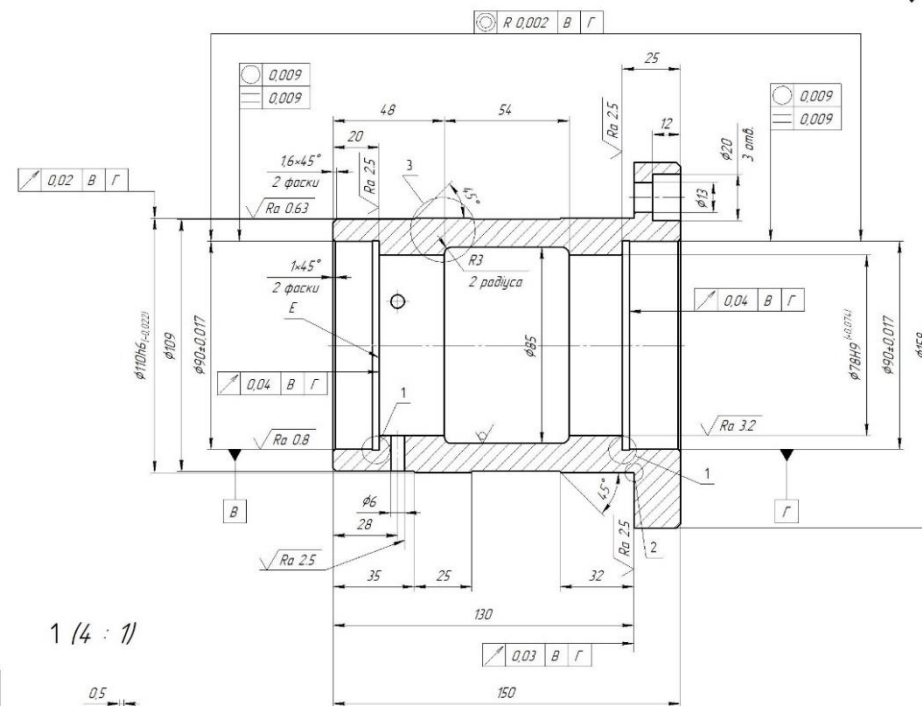
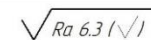
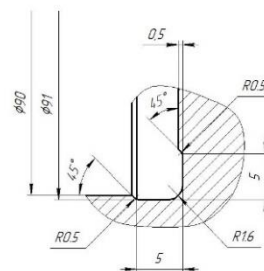
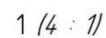
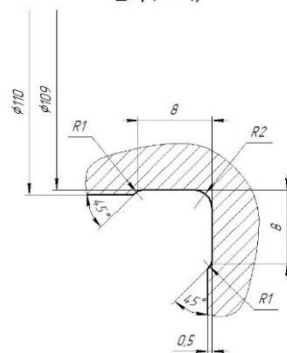
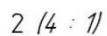
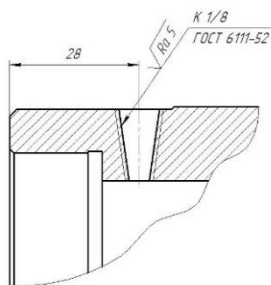
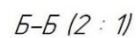
обробки деталі "Стакан"

Розробив _____ Барабашук В.М.

Перевірив _____ Яновський В.А.

2025

Т/Л



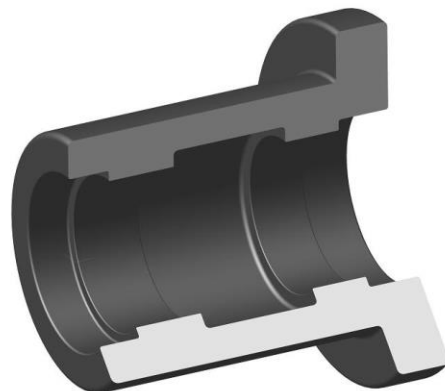
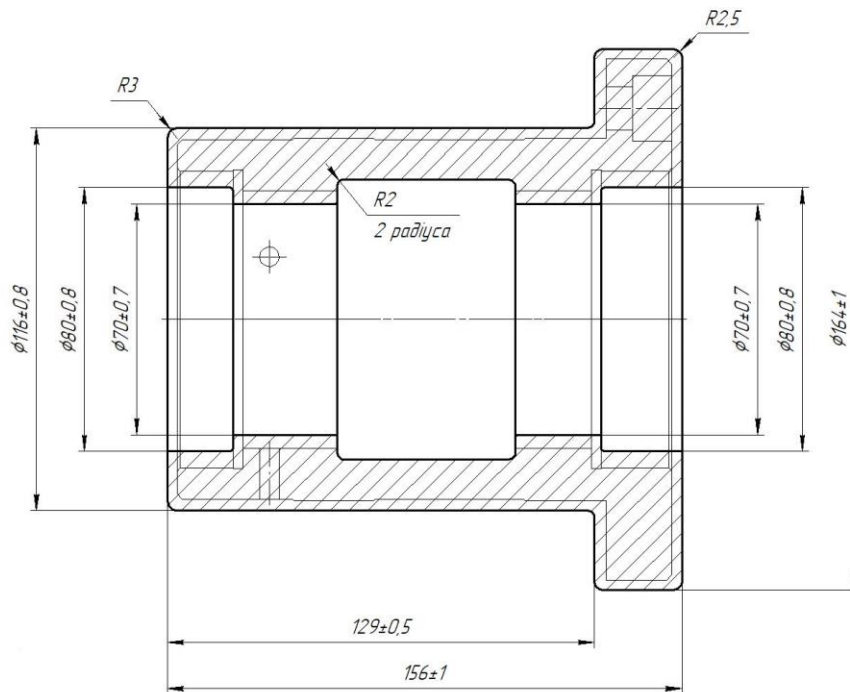
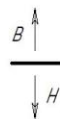
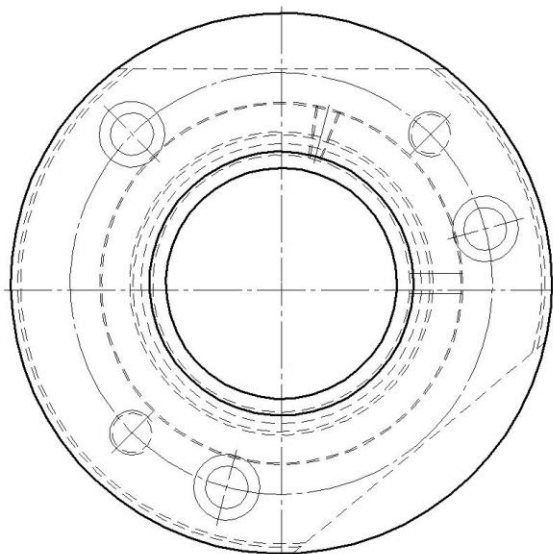
1. НВ 170.241
2. Відлітка 2 класу, групи а по ГОСТ 26645-85
3. Невказані граничні відхилення розмірів Н14, $h14 = \frac{IT14}{2}$
4. Граничні відхилення центрального кута між осями двох від'є-яких ат $\angle \pm 12^\circ$
5. Покрытия внутрішніх механічно необробланих поверхонь емаль кремня Н-246 МРТУ 6-10-609-66.
6. Маркувати позначення деталі.

					МИ 131.00.1/Б 102/с 001 00			
Мат	Лист	№ докум	Полн	Мат				
Разр	Борозни				Стакан Лист Масса Масса 625 11			
Град	Павловский							
Габитр								
Мат					Лист	Листов	Копировать и приложить к 22-ПМ-14.2	
Габитр					СЧ 20 ГОСТ 1412-85			



Лист	1
Сторінка	1

Лист	1
Сторінка	1



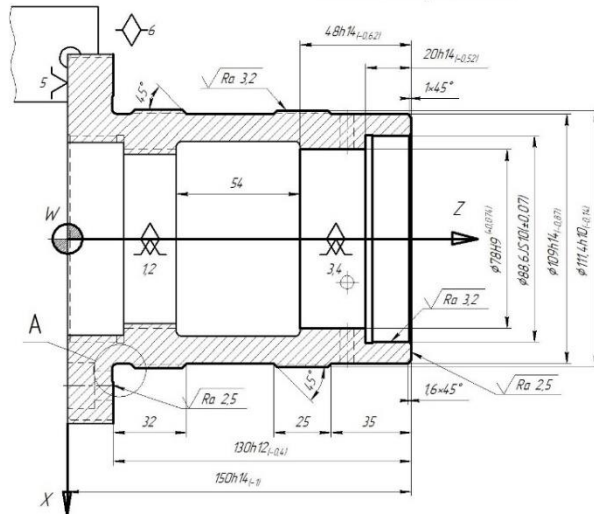
1. НВ 170...241.
2. Марка чавуну, хімічний склад, механічні властивості повинні відповідати вимогам ГОСТ 1412-85.
3. Точність відливки 9-11-10-11 ГОСТ 266 45-85.
4. Маса 6,25-0,83-0,87-8,85 ГОСТ 266 45-85.
5. Невказані радіуси 2,3мм.
6. Поверхневий дефект не повинен перевищувати 0,5мм.

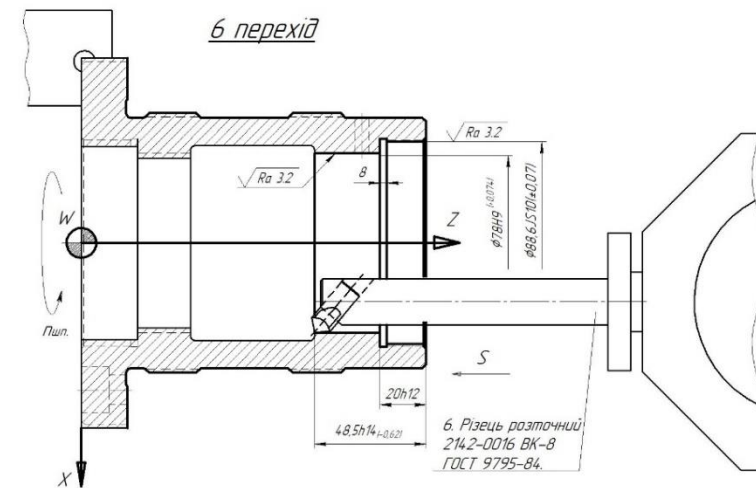
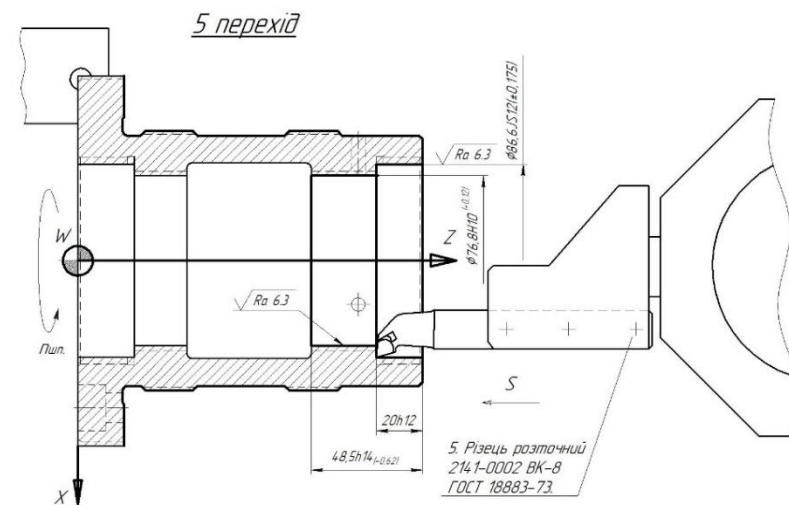
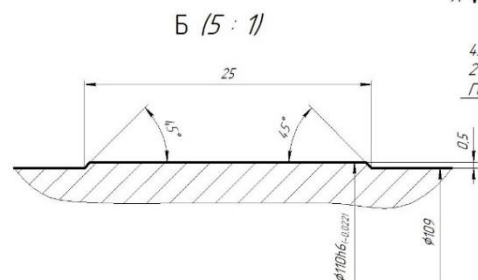
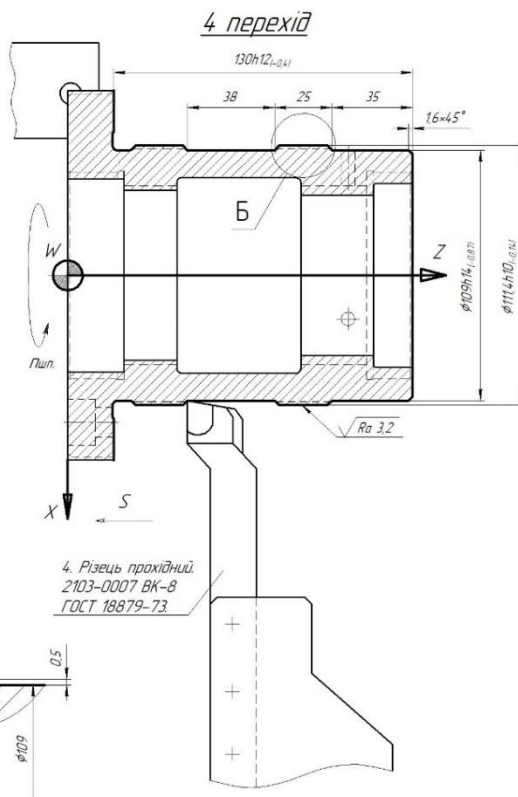
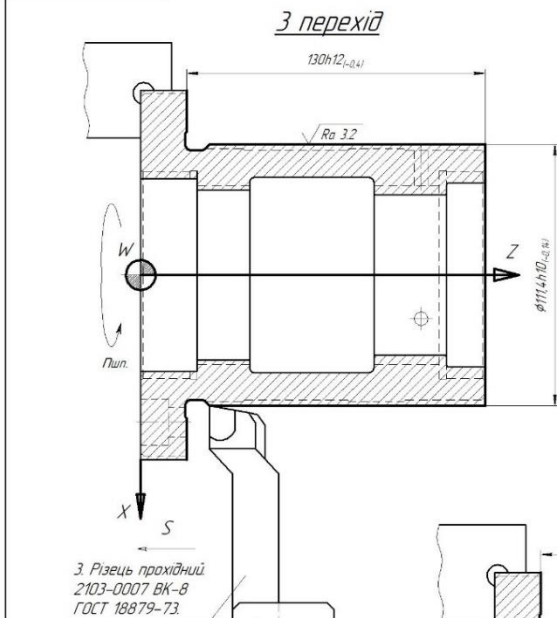
						МІ 131.00.1/Б 102/с 001 00					

						4	4	14	0.35	78	150	0.46
						3	3	17	0.35	78	150	0.47
						2	2	14	0.4	78	150	0.4
						1	1	2	0.4	56	100	0.97
<i>назва та модель верстатів</i>						N ^{пр.}	N ^{сер.}	t, мм	S ^{мат.} /d ^{шп.}	V ^{шк.} /k ^{б.}	C ^{шк.} /k ^{б.}	T ^{шк.} /T ^{б.}
						МІ 131.00.1/5 102/с 001 03						
<i>Назва на токарно-револьверній верстат з ЧПУ</i>						Авт. Метро Німецькі						
Віддано заводом (факт) Генерал	N ^{пр.} номер завантаження Верхняча		Дата	Лист								
Начальник звід.	Начальник		Копіюється поповнено до ПК-42									
131.00.ДЧЗД						Формат А1						

№ 131001/Б 102/С 001 04

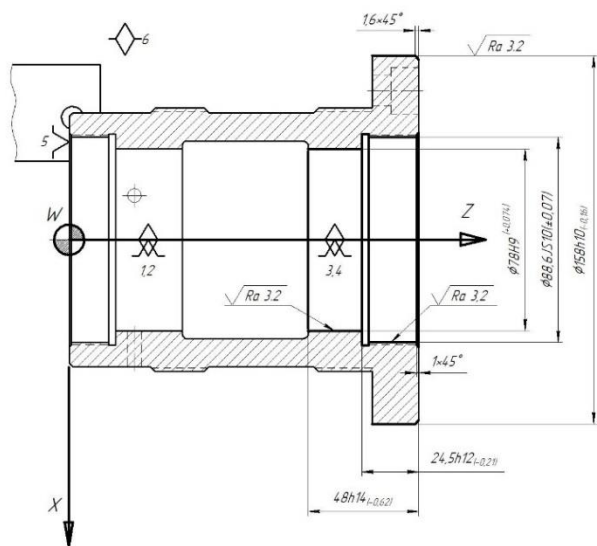
Операція №010. Токарно-револьверна програмна.
Обладнання: Токарно-револьверний верстат мод 1В340Ф30.
Пристрій трикулачковий самоцентруючий клиновий патрон
з пневмоприводом.



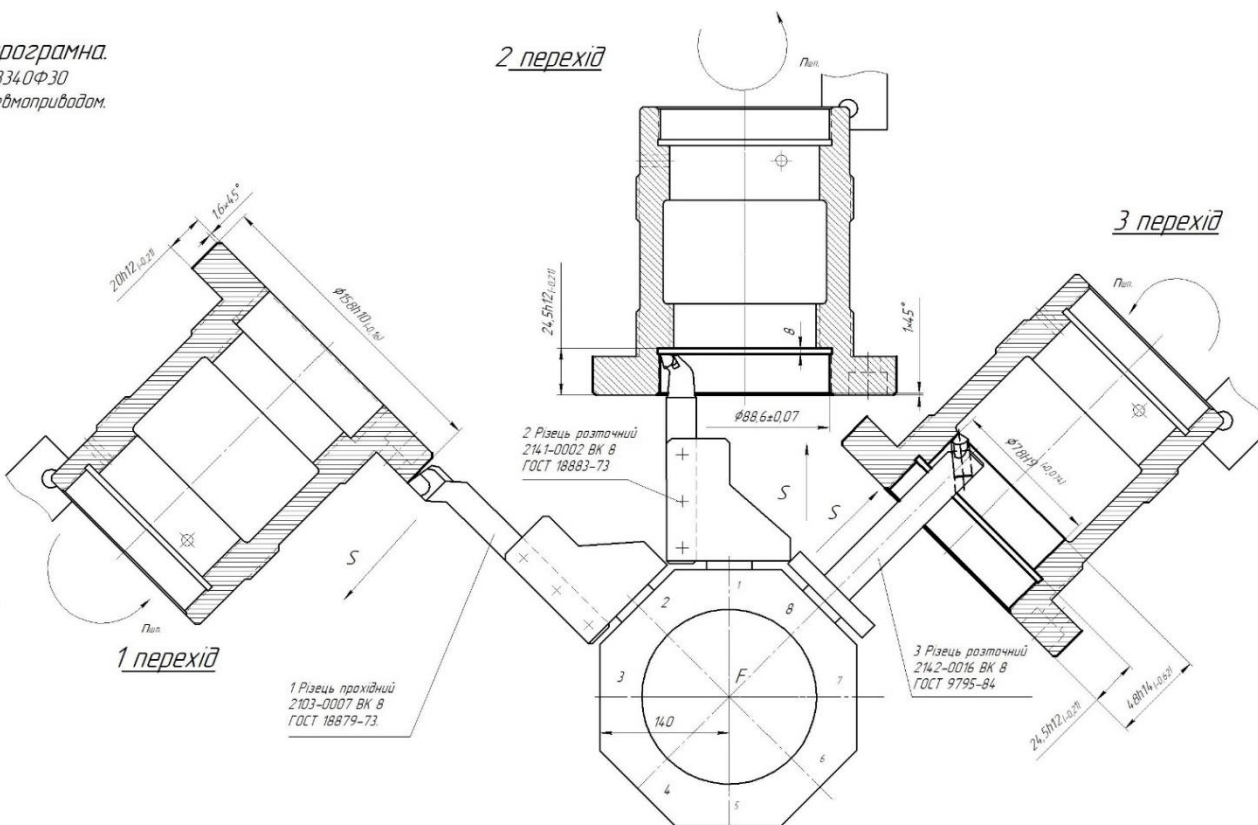
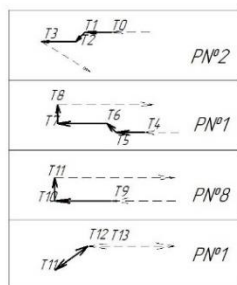


Операція №015. Токарно-револьверна програмна.

Обладнання: Токарно-револьверний верстат мод 1В340Ф30
Пристрій: Трикуладковий самоцентруючий патрон з пневмоприводом.



Циклограма руху інструменту.



Координати початкового положення супорта

	X ₀	Z ₀
F	400	690

Величини корекції на координати опорних точок траєкторії різання

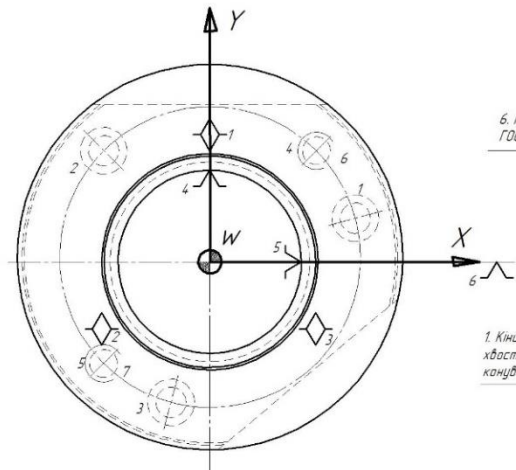
	2	1	8
W _z	20	39	13.5
W _x	217	196	216
№Коректора	01	02	03
Коректуєний розмір	φ158h14	φ89.56	φ78h7

Токарно-револьверний верстат з ЧПУ мод 1В340Ф30	7	2	0.47	0.05	85	300	0.02
	6	3	0.6	0.1	148	500	0.55
	5	2	1.0	0.35	56	250	0.07
	4	2	1.0	0.15	148	500	0.28
	3	2	1.0	0.35	78	150	0.02
	2	1	1.6	0.4	75	150	0.04
	1	1	0.6	0.4	75	150	0.36

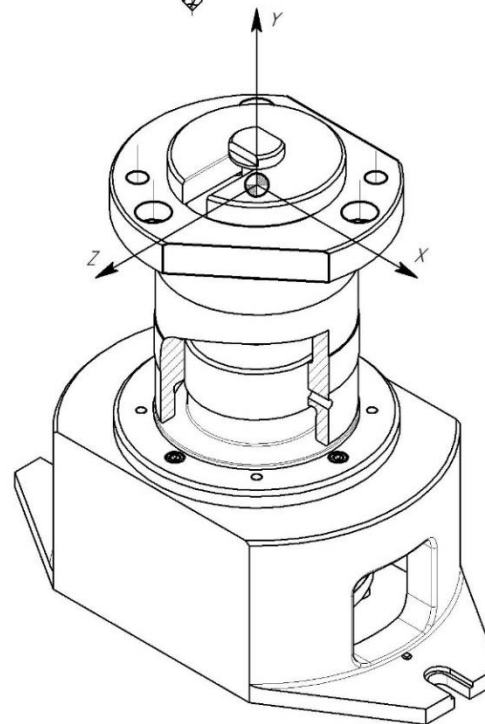
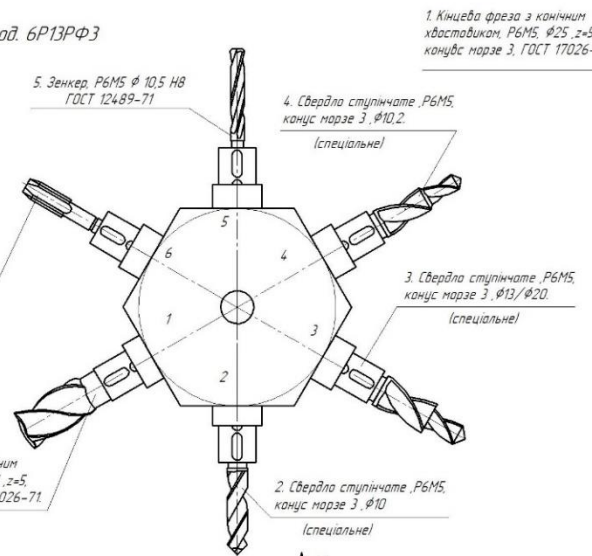
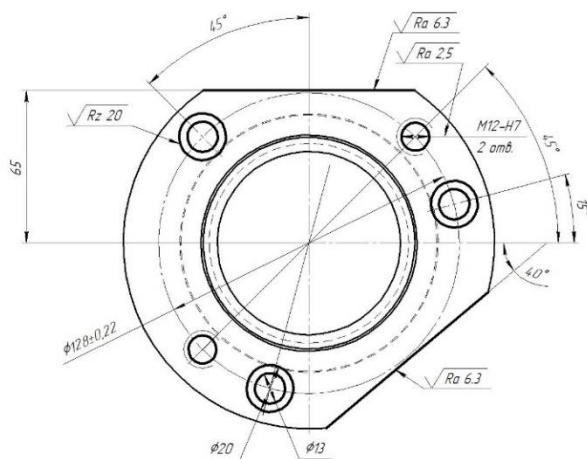
назва та модель верстата		№вер	№ист	l, мм	Смч/хв	V _н /хв	q ₁ /хв	T ₀ , хв	T ₀ , хв
МІ 131.00.1/Б 102/с		001	05						
Назва на токарно-револьверний верстат з ЧПУ		Н	М	В	Т	Л	П	С	Д
1В340Ф30									
Хтописавша політехніку		ІП-14.2							
Формат		A1							

Обладнання: вертикально-фрезерний консольний верстат мод. 6Р13РФ3
Пристрій: спеціальний.

Заготовка

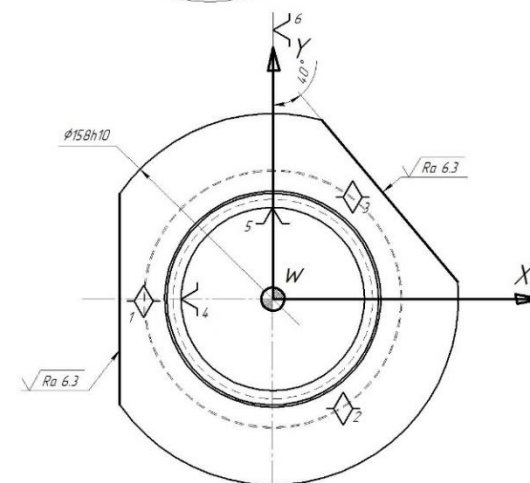
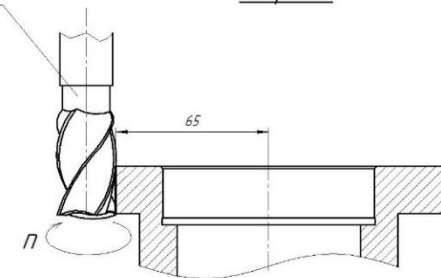


Деталь після обробки



1. Кінцева фреза з кінчним хвостовиком, Р6М5, $\phi 25$, $z=5$, конус морзе 3, ГОСТ 17026-71.

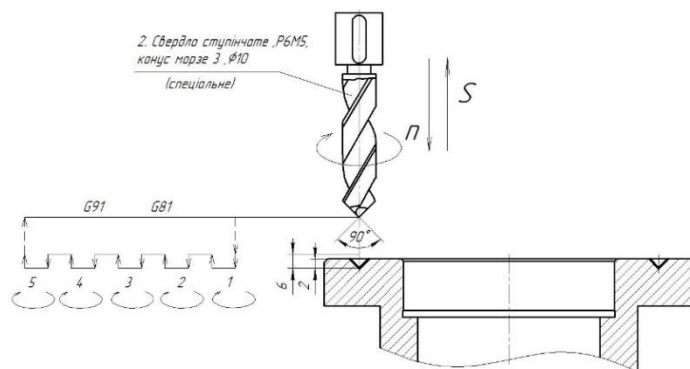
1 перехід



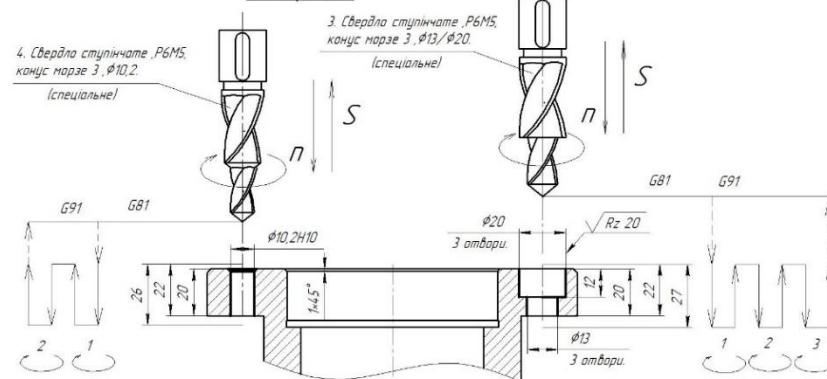
Nº	X $\bar{X}$	Y $\bar{X}$	Z $\bar{C}$
1	63	16	175
2	-45	45	175
3	-16	63	175
4	45	45	175
5	-45	-45	175
6	45	45	175
7	-45	-45	175
8			

вертикально-фрезерный консольный верстак мод. 6Р13РФ3				4	0,9	1,75	6,7	150	0,097	0,91		
				3	5,1	0,35	22	600	0,12			
				2	3,5	1,1	15	200	0,053			
				1	7	0,2	42	500	0,1962			
				назва та модель верстата							№	l, мм
				MI 13100.1/Б 102/с 001 06								
				Сборка								
				6Р13РФ3								
				Калибровка								
				Формат: А1								

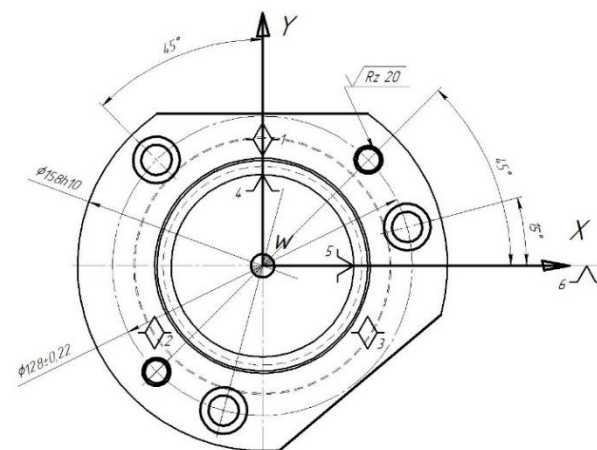
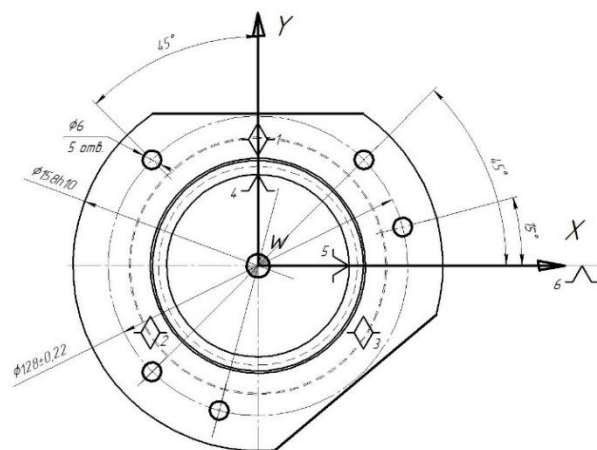
2 перехід



4 перехід

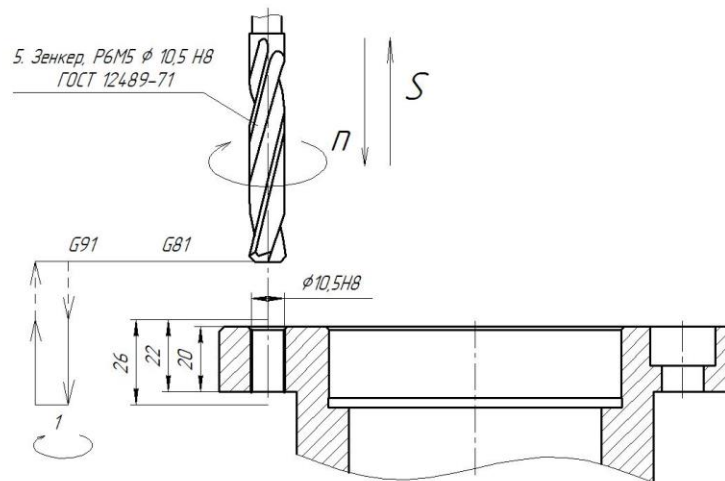


3 перехід

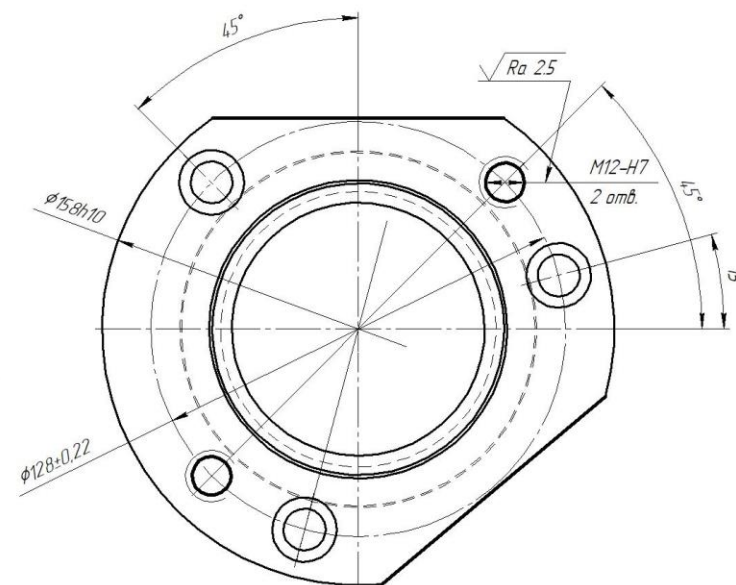
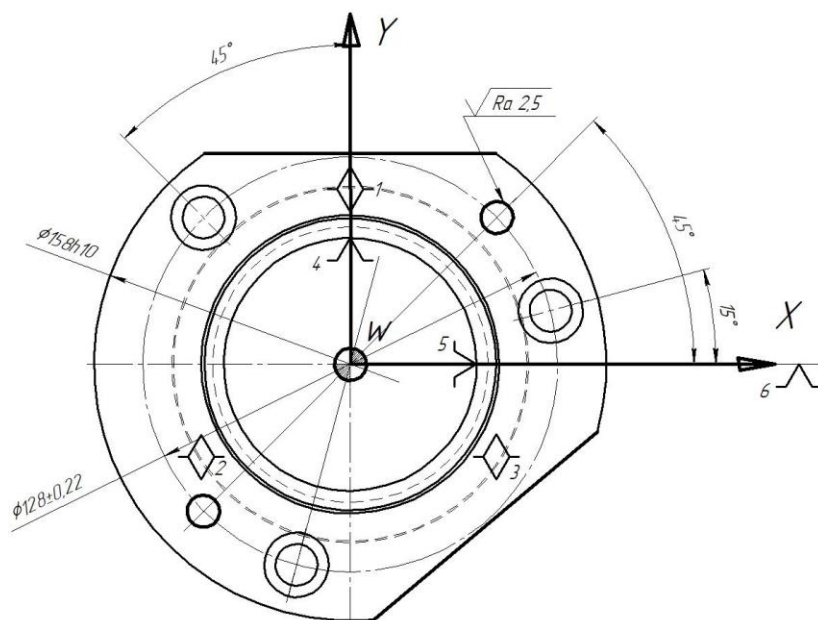
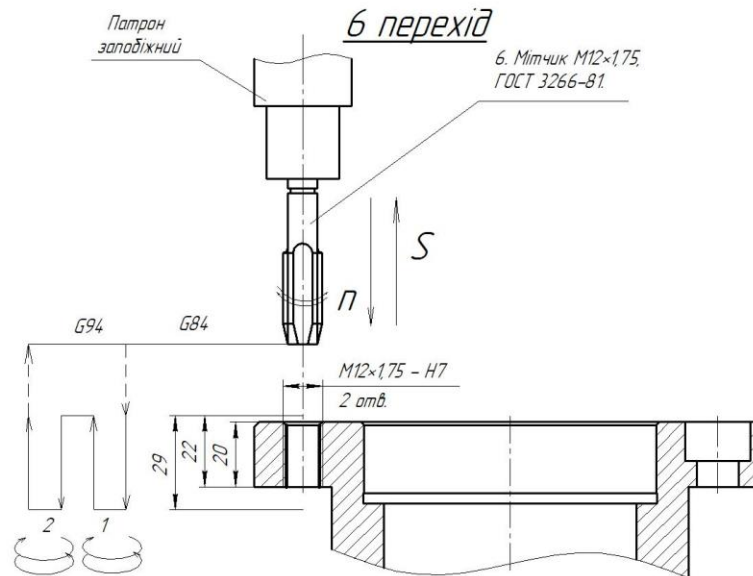


MI 13100.1/Б 102/с 001 06

5 перехід



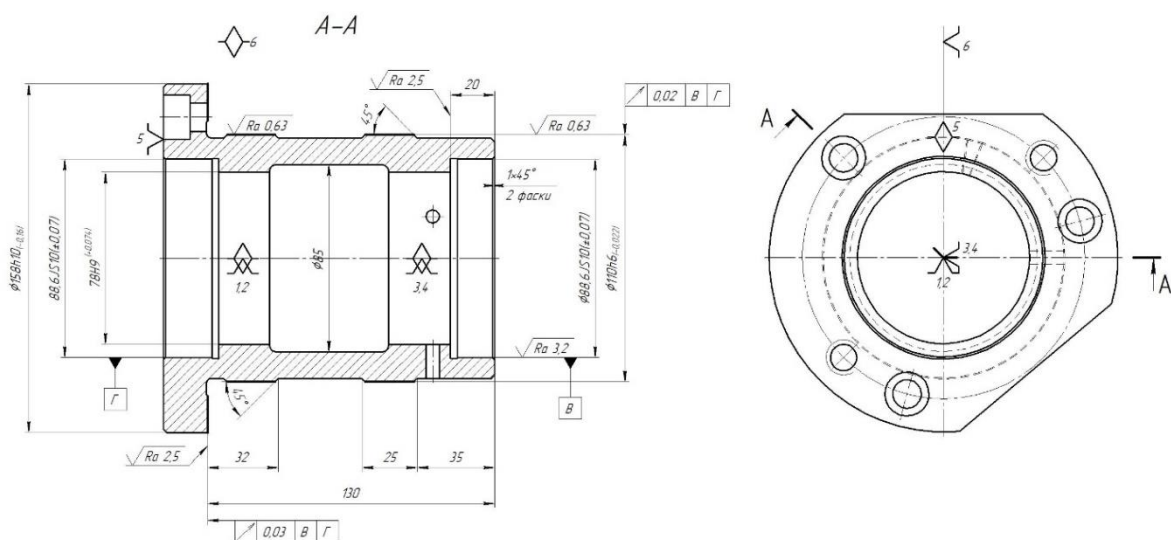
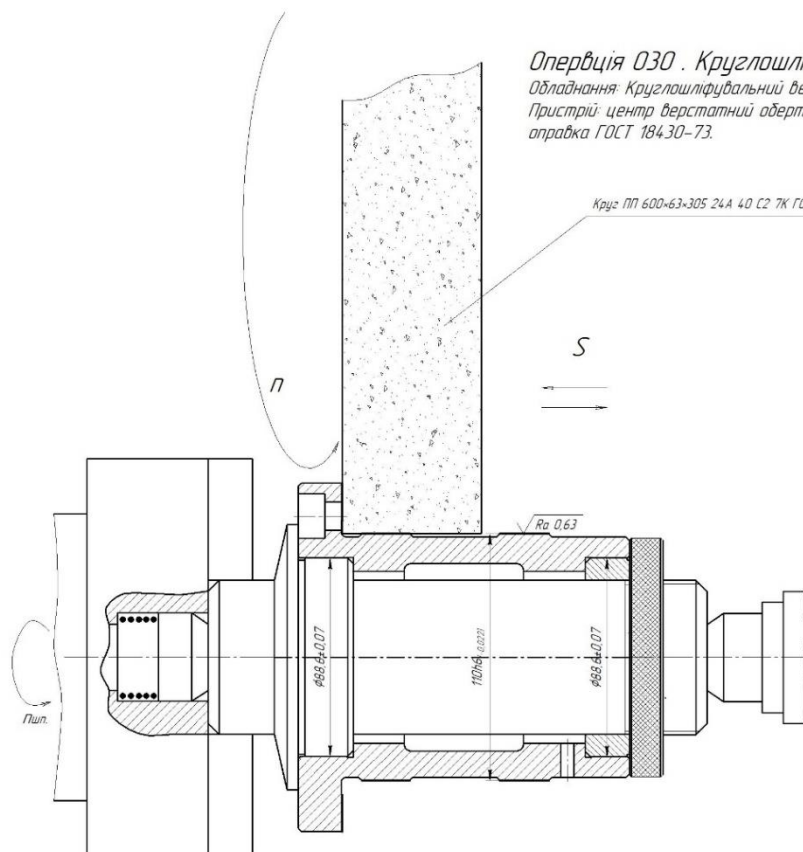
6 перехід



Над. № розд.	Лист у даній	Вказ. у даній	Лист у даній

Оперція 030. Круглошліфувальна.
Обладнання: Круглошліфувальний верстат моделі 3Б151.
Пристрій: центр верстатний одертаючий ГОСТ 8742-75.
оправка ГОСТ 18430-73.

Круж. ПП 600×63×305 24А 40 С2 7К ГОСТ 2424-83.

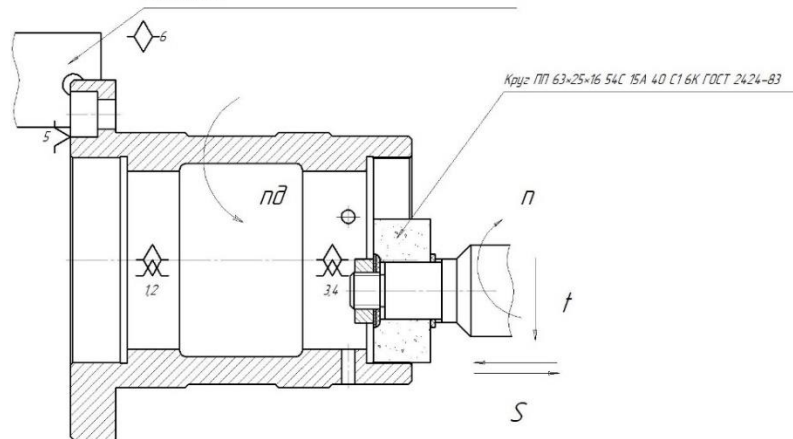


№	Зміст переходу.
1	Шліфувати $\phi 1114$ мм до $\phi 110,4$ мм в двох місяця попередньо.
2	Шліфувати $\phi 110,4$ мм до $\phi 110$ мм в двох місяця кінцево.

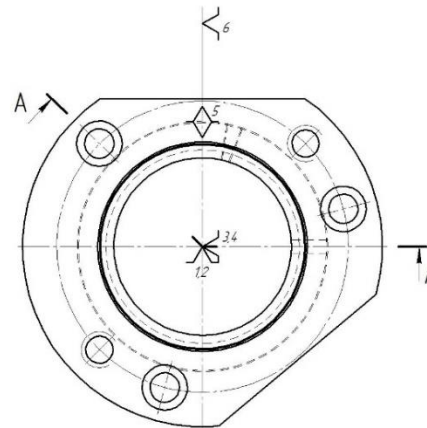
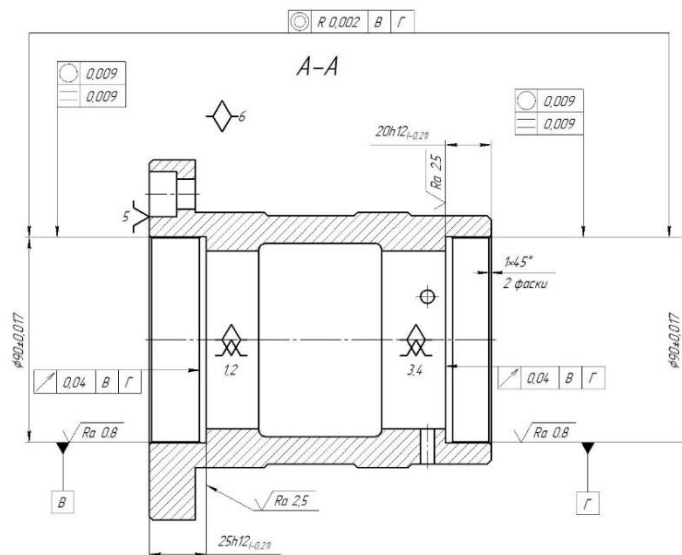
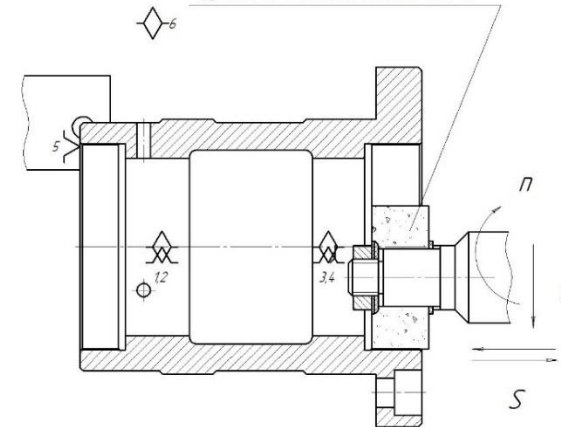
Круглоцифровый верстак модель 36151				2	0,2	18,9	35	20	50	0,2	0,12
				1	0,5	18,9	35	20	50	0,2	
названия модели верстака				И	Л	М	В	В	В	В	В
				№ 13100/1/5 102/с 001 07							
И	Л	М	В	Наименование круглоцифровый							
И	Л	М	В	операция							
И	Л	М	В	документ 11							
И	Л	М	В	36151							
И	Л	М	В	Иллюстрация: пометки на документах							

Приспособлення Трикулачковий самоцентруючий патрон ГОСТ 2675-80.

Трикулачковий самоцентруючий патрон.
ГОСТ 2675-80.



Круж ПП 63×25×16 54С 15А 40 С1 6К ГОСТ 2424-83



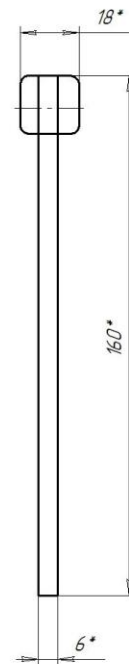
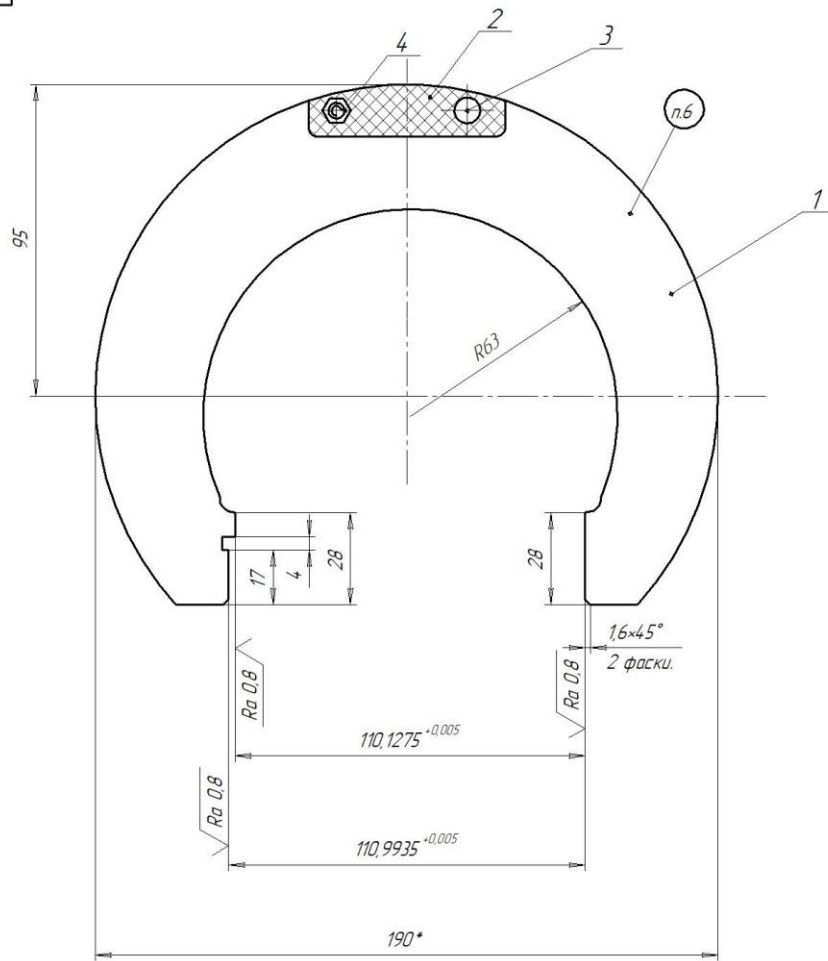
№	Зміст операції (І установка)
1	Шліфувати отвір $\varnothing 89,6$ мм до $\varnothing 89,6$ мм попередньо.
2	Шліфувати отвір $\varnothing 89,6$ мм до $\varnothing 90$ JS7 мм кінцево.

№	Зміст операції (II установ)
1	Шліфувати отвір $\varnothing 88,6$ мм до $\varnothing 89,6$ мм попередньо.
2	Шліфувати отвір $\varnothing 89,6$ мм до $\varnothing 90$ J57 мм кінцево.

Внутрішньоцифубальний верстат моделі ЗН227		2	0,2	6,25	35	40	140	0,24	0,1
		1	0,5	10	35	20	70	0,24	
назва та модель верстата		№	l, мм	l _{max} , мм	W _{max} , мм	l _{max} , мм	q, л/хв	T _{max} , хв	T _{дв} , хв
		MI 13100.1/5 102/c 001 08							
Наладка									
внутрішньоцифубальна									
доп. функ.	№ функції	код	назва	доп. функ.	доп. функ.	доп. функ.	доп. функ.	доп. функ.	доп. функ.
Наладка	Скорочений								11
доп. функ.	цифубальний								
Наладка	цифубальний								
Наладка	цифубальний								
ЗН227		Кількість протиточок за (H _{max} -L ₀)							
Колода		Формат А1							

МІ 13100.1/Б 102/с 001 10 СК

Інв. № подл.	Лист і дата	Взам. інв. №	Інд. № зб.р.	Лист і дата	Стор. №	Період примен.

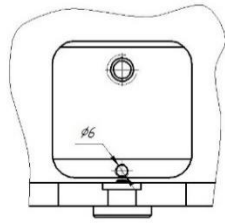


- *Разміри для довідок.
- Твердість вишкривальних поверхонь 58...64 HRCe.
- Неказані граничні відхилення розмірів: отворів - Н14, валів - h14, решта - ±IT/2.
- Покриття неробочих поверхонь - хім. окс. прот.
- Решта технічних вимог - по ГОСТ 2015-84.
- Маркування - по ГОСТ 2015-84 з додатковим позначенням калібр-скоди.

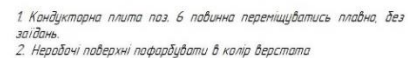
МІ 13100.1/Б 102/с 001 10 СК					
Калібр-скода φ110h6					
Лист	№ док.	Лист	Шта	Лит.	Масса
Разроб.	Бородашук	Лит.	Шта	Н	0,47
Проб.	Яновський	Лист	1	Лист	1
Контр.		Житомирська політехніка			
Н.контр.		зр. ПМ-142			
Утв.	Мельник	Копіював		Формат	A2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Формат А3



- | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|------------|------|-------|
| | | | | | | | МІ 13100.1/Б 102/с 001 11 СК | | | | |
| № | Кл | В | П | П | П | П | Прислуга для
фрезерування | | Лист | Маса | Місця |
| Розроб.
Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | Корект.
Висл.
Інженер | | | 116 | 11 | |
| Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | Інженер
Висл. | 6Р13Ф3 | | Лист | Маса | Місця |
| | | | | | | | Кітська політехніч.
зв. ІМ-112 | | | | |
| | | | | | | | Кітська | | Формат А-2 | | |



						МІ 131.00.1/Б 102/с 001 12 СК			
Діагност	Діагност	М. Печен	Лікар	Колір	Пристрій для свердління двопозіційний		Ліст	Рісок	Місяць
Розроб	Розроб	Борисенко						39	11
Генератор	Генератор	Ільїнський					Ліст	Лінійка	Г
Мікросх	Мікросх				2М55		Хімічеського підприємства зв. ПМ. 14.2		
Мікросх	Мікросх				Кітловська		Філіал ДТ		

Дудл.																			
Зам.																			
Підп.																			
Розробив	Барабашук					Житомирська													
Перевірив	Яновський					політехніка													
Т. контр.																			
Н. контр.						Стакан "017-002-0088"													
М 01	СЧ 20 ГОСТ 14.12-85																		
	Код	ОВ	МД	ОН	Н. вит	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри			КД	МЗ							
М 02	--	кг	6,25	1	8,66	0,76	--	Відливка $\Phi 162 \times 154$			1	8,23							
А	Цех	Діл.	РМ.	Опер.	Код. назва операції			Позначення документа											
Б	Код. назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	К шт.	Т п.з.	Т шт.			
А 03	--	--	--		Заготівельна			Інструкція з охорони праці №8											
04																			
А 05	--	--	--	005	Токарна			Інструкція з охорони праці №1											
Б 06	1В340Ф30 Токарно-револьверний напівавтомат, ЧПУ					1	030	3	1	1	1	1	50	1	0,31	2,78			
0 07	Встановити деталь в трикулачковий патрон з пневмоприводом, виставити та закріпити. Підрізати торець $\Phi 162$ мм в розмір $L=152$ мм.																		
08	Точити поверхню $\Phi 162$ мм до $\Phi 159,2$ мм на $L=24$ мм. Розточити отвір $\Phi 83,2$ мм до $\Phi 86,6$ мм на $L=25$ мм																		
09	Розточити отвір $\Phi 74$ мм до $\Phi 76,8$ мм на $L=48,5$ мм.																		
10																			
А 11	--	--	--	010	Токарна			Інструкція з охорони праці №1											
Б 12	1В340Ф30 Токарно-револьверний напівавтомат, ЧПУ					1	030	3	1	1	1	1	50	1	1,15	10,42			
0 13	Встановити деталь в трикулачковий патрон з пневмоприводом, виставити та закріпити. Підрізати торець $\Phi 116,8$ мм в розмір $L=150$ мм.																		
14	Підрізати торець $\Phi 159,2$ мм в розмір $L=130$ мм. Точити поверхню $\Phi 116,8$ мм до $\Phi 113,4$ мм на $L=130$ мм.																		
15	Точити поверхню $\Phi 113,4$ мм до $\Phi 111,4$ мм на $L=130$ мм. Точити канавку $\underline{2}$ до $\Phi 109$ мм на глибину $0,8$ мм. Точити поверхню $\Phi 111,4$ мм																		
16	до $\Phi 109$ мм, витримавши розміри 32 мм, 25 мм, та 35 мм, одночасно проточивши фаску $1,6 \times 45^\circ$. Розточити фаску $1,6 \times 45^\circ$ на $\Phi 88,6$ мм.																		
17	Розточити отвір $\Phi 83,2$ мм до $\Phi 86,6$ мм на $L=20$ мм.																		
МК	1/3																		

Дудл.																			
Зам.																			
Підп.																			
										Стакан "017-002-0088"									
А	Цех	Діл.	РМ.	Опер.	Код. назва операції					Позначення документа									
Б	Код. назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВ	ОН	ОП	К шт.	Т п.з.	Т шт.			
18	Підрізати торець $\phi 76,8$ мм в розмір $L=20$ мм. Розточити отвір $\phi 74$ мм до $\phi 76,8$ на $L=48,5$ мм. Розточити отвір $\phi 86,6$ мм																		
19	до $\phi 88,6$ мм на $L=20$ мм. Розточити отвір $\phi 76,8$ мм до $\phi 78H9$ мм на $L=48,5$ мм. Розточити канавку 1 на $\phi 88,6$ мм.																		
20																			
А 21	--	--	--	015	Токарна					Інструкція з охорони праці №1									
Б 22	1В340Ф30 Токарно-револьверний напівавтомат, ЧПУ					1	030	3	1	1	1	1	50	1	0,18	161			
О 23	Встановити деталь в трикулачковий патрон з пневмоприводом, виставити та закріпити. Точити поверхню $\phi 159,2$ мм до $\phi 158h10$																		
24	на $L=20$ мм. Проточити фаску $1,6 \times 45^\circ$ на $\phi 158h10$. Розточити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\phi 88,6$ мм. Розточити отвір $\phi 86,6$ мм до																		
25	$\phi 88,6$ мм на $L=25$ мм. Підрізати торець $\phi 76,8$ мм в розмір $L=20$ мм. Розточити отвір $\phi 76,8$ мм до $\phi 78H9$ мм на $L=48,5$ мм.																		
26	Розточити канавку 1 на $\phi 88,6$ мм.																		
27																			
А 28	--	--	--	020	Фрезерна					Інструкція з охорони праці №4									
Б 29	6Р13РФ3 Вертикально-фрезерний консольний, ЧПУ					1	070	3	1	1	1	1	50	1	0,595	5,38			
О 30	Встановити та закріпити деталь в пристрої. Фрезерувати 2 лиски в розмір 65 мм. Свердлувати і зенкерувати 3 отвори $\phi 20/\phi 13$																		
31	Свердлувати і зенкерувати 2 отв. $\phi 10,2$ під різь М12-Н7 фаска $1 \times 45^\circ$. Нарізати різь М12-Н7.																		
32																			
А 33	--	--	--	025	Свердлувальна					Інструкція з охорони праці №3									
Б 34	2М55 Радіально-свердлувальний.					1	39	3	1	1	1	1	50	1	0,17	0,66			
О 35	Встановити та закріпити деталь в пристрої. Свердлувати отвір $\phi 6$ мм на вихід в отвір $\phi 78$. Свердлувати отвір $\phi 8,7$ мм під різь К 1/8																		
36	на вихід в отвір $\phi 78$ мм нарізати різь																		
МК																			

[illegible]