ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему *«Проєктування технологічного процесу виготовлення Матриці Ш4-10502.01-06.»*

Виконав: студент *IV* курсу, групи *ТМ-81-0*
спеціальності: *131 «Прикладна механіка»*
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: *«Технології машинобудування»*
(назва освітньої програми)

Ярослав КЛОК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник *Анна НЕШТА*
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 20*22* року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«____» *червня* 20*22* р.

ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МАТРИЦІ Ш4-10502.01-06

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – *131 «Прикладна механіка»*

Освітня програма – *«Технології машинобудування»*

Студент *Ярослав КЛОК*

Керівник *Анна НЕШТА*

Нормоконтроль *Артем ЄВТУХОВ*

Суми – 20*22*

ЗМІСТ

С.

Вступ....4

1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації....5

2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі....8

3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи....11

4 Аналіз технологічності конструкції деталі....12

5 Вибір способу отримання заготовки....18

6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу....24

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку....29

6.2 Аналіз та обгрунтування схеми базування і закріплення заготовки....32

6.3 Обгрунтування вибору металорізального верстата....36

6.4 Обгрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів....39

6.5 Розрахунки режимів різання....44

6.6 Технічне нормування операцій....53

7 Проєктування верстатного пристрою....64

Висновки....78

Перелік джерел посилання....79

Додаток А....81

Додаток Б....85

Додаток В....86

Додаток Г....87

ВСТУП

Машинобудування, що поставляє нову техніку у всіх галузях народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства.

Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів.

Високий рівень зношуваності обладнання, відсутність передових технологій і нових розробок, а також низьке забезпечення кваліфікованими кадрами – все це призвело до занепаду розвитку наукомістких галузей в Україні. Вітчизняні підприємства не отримують достатнього фінансування для розроблення нових технологій. Курс на заміщення вітчизняного виробника взяли імпортні компанії, які оснащені значною кількістю високотехнологічних розробок і технологій.

Задля підвищення ефективності діяльності машинобудівного комплексу та вирішення вищезазначених проблем важливим є проведення таких заходів:

– використання новітнього обладнання та технологій для проектування нової продукції, тобто прискорити інноваційних розвиток;

– створювати стратегічні альянси підприємств, що будуть виробляти високоефективну продукцію із застосуванням сучасних енерго- та ресурсо-зберігаючих технологій;

– шляхом налагодження зв’язків із закордонними компаніями та активізації зовнішньоекономічної діяльності українських машинобудівних компаній розвивати експортний потенціал галузі;

– поліпшити матеріально-технічне забезпечення підприємств, провести переоснащення машинобудівного комплексу.

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

Виріб, до якого входить деталь – «Матриця» Ш4-10502.01-06, є штампом.

Штамп – технологічне оснащення для обробки тиском, є інструментом в процесі обробки тиском, під впливом якого заготовка набуває форму і розміри, відповідні поверхні або контуру робочих органів штампа – матриць і пуансонів. Штампування й вирубка застосовуються в серійному і масовому виробництві заготовок.

Даний штамп призначений для формування контуру вирубних роторних і статорних пластин електродвигунів невеликої потужності, призначених для виробів народного споживання. Він відноситься до класу вирубних штампів для холодного штампування. В процесі експлуатації штамп знаходиться під дією значних навантажень. Ці навантаження різні за величиною і напрямком і залежать від характеру робіт які виконує штамп.

Штамп для преса моделі АГ6230 складається з нижньої плити з матрицетримачем, що прикріплюється до нерухомого (нижнього) робочого органу преса, і верхньої плити, яка прикріплюється до рухомого (верхнього) робочого органу преса, на яку встановлюють пуансон.

Як устаткування для штампування, в даному випадку, використовується прес моделі АГ6230.

Автомат листоштампувальний з нижнім приводом зусиллям 1000кН моделі АГ6230 призначений для штампування деталей з металевої стрічки методом холодного штампування в масовому і великосерійному виробництвах. Автомат може бути використаний на заводах радіотехнічної і електричної промисловості і інших галузях промисловості, що випускають масову і великосерійну продукцію.

Основні технічні дані і характеристики автомата листоштампувальні з нижнім приводом моделі АГ6230 наведені в таблиці 1.1 по [1].

Таблиця 1.1 – Основні технічні дані і характеристики автомата листоштампувального з нижнім приводом моделі АГ6230

Найменування параметрів		Дані
– основні розміри згідно		ГОСТ 10739-84
– номінальне зусилля		1000 кН (100 тс)
– хід траверси повзуна, мм		32±0,1мм
– регульована частота безперервних ходів, $хв^{-1}$		80 - 400
– відстань між штампувальної плитою і траверсою повзуна в її нижньому положенні при верхньому положенні регулювання, мм		300 ±0,50
– величина регулювання відстані між штампувальної плитою і траверсою повзуна, мм		80±0,30
– відстань між напрямними втулками колон у світлі, мм	зліва направо	900±0,80
	спереду назад	450±0,80
– розміри отвору в столі, мм	довжина	$710^{+2,0}$
	ширина	$280^{+1,3}$
– найбільший крок кліщової подачі, мм		220
– точність кроку кліщової подачі, мм		±0,10
– вертикальна жорсткість, кН / мм		1500
– висота подачі стрічки над рівнем столу, мм		170…250
– швидкість подачі стрічки з кліщовою подачею, м / хв		до 35
– товщина підштамповою плити, мм		$100_{-0,87}$
– габаритні розміри автомата, мм	зліва направо	3650±2,50
	спереду назад	2500±2,0
	висота	2880±2,0
– висота над рівнем підлоги		1130±2,0
– маса автомата, кг, не більше		14626

1.1 Будова штампа

Штамп складається з нижньої і верхньої плити. До повзуна преса кріпиться верхня плита до якої за допомогою штифтів, шпильок кріпляться підкладки і матриці. В отворах матриці вставлені знімачі і пуансони, які разом з повзуном під час роботи преса переміщаються вгору – вниз. Пуансони виготовляються за формою відповідних отворів в матриці, але мають певні зазори.

На столі преса до нижньої основи за допомогою штифтів і гвинтів прикріплюється нижня плита з отворами для видалення вирубних елементів, матрицетримач (Ш4–10502.01–03) на 4 матриці. У матрицетримач, встановлюються 4 матриці робочою поверхнею догори. Циліндричні матриці встановлюються в матрицетримач по циліндричним посадочним поверхням (n6 / H6), торцях і шпонках і кріпляться до нижньої плити за допомогою притиску матрицетримача гвинтами.

1.2 Принцип роботи штампа

Смугу електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм і шириною $82{,}5_{-0{,}2}$ встановлюють на спеціальний подавальний пристрій, що здійснює автоматичну кліщову подачу на крок Р = 73 мм. між верхньою і нижньою плитами, з пуансонами і матрицями, що мають гострі кромки. При опусканні повзуна вниз – плити змикаються, пуансони і матриці натискають на лист. При цьому, як при відрізанні, під впливом пуансонов відбувається відносне зміщення металу в матрицю, що закінчується руйнуванням і вирубкою заготовки (виробу). Відокремлені частини металу провалюються в отвори матриці, а напівфабрикат переміщається на один крок (72 мм.) Для подальшої вирубки контурів, що формуються на чотирьох позиціях за допомогою трьох циліндричних і однієї прямокутної матриць і відповідних пуансонів. Готова роторна пластина знімається з пуансона знімачем при ході пуансона вгору після другого кроку а на третій та четвертій матрицях остаточно формується профіль обмотки пластини.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь, яка розглядається в дипломному проекті – це «Матриця» Ш4-10502.01-06. Вона являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра $\frac{l}{d} < 1$, виготовлена із сталі Х12М, маса складає 1,05 кг.

Матриця є складовою частиною штампа для преса моделі АГ6230 і служить для формування внутрішніх отворів шайби яка вирубується. Матриця поряд з пуансоном безпосередньо виконують ту роботу, для якої призначений сам штамп. Вона є деталлю технологічного призначення, безпосередньо бере участь у формоутворенні штампованих виробів.

Поверхня матриці вимагає високої якості обробки для забезпечення необхідної стійкості, а також для отримання при штампуванні високоякісних виробів.

«Матриця» Ш4-10502.01-06 – одна з основних деталей штампа необхідна для формування отворів роторної пластини що вирубується.

В якості матеріалу, для виготовлення матриці використовується сталь Х12М. Хімічний склад сталі наведений в таблиці 2.1, механічні властивості – в таблиці 2.2. Замінник – сталь Х12.

Призначення сталі: холодні штампи високої стійкості проти стирання, не піддаються сильним ударам і поштовхам; волочильні дошки, вічка для калібрування пруткового металу під накатку різьблення, гнучкі і формувальні штампи, складні секції кузовних штампів, штампування активної частини електричних машин і т.д.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі Х12М по ГОСТ 5950-74, у відсотках

C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	P	S	Ni	Cu
							не більше			
2,0–2,4	0,1–0,4	0,15–0,45	11,0–12,5	2,0–2,4	0,5–0,8	0,6–0,9	0,03	0,03	0,35	0,30

Технологічні властивості сталі Х12М:

– температура кування, °С: початку 1100, кінця 850. Охолодження уповільнене в колодязях.

– зварюваність – зварюється без обмежень. Способи зварювання: РДГ, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС.

– схильність до відпускної крихкості – не схильна.

– флокеночутливість – не чутлива.

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі Х12М

Ударна в'язкість, Дж/см^2		
Стан поставки, термообробка	KCU	HRCэ
Ізотермічне гартування з 1000°С з витримкою 40 хв при 250 - 350°С. Відпуск 150°С з витримкою 1 год	22	64
Ізотермічне гартування з 1000°С з витримкою 40 хв при 250-350°С. Відпуск 200°С з витримкою 1 год	22	63
Ізотермічне гартування з 1050°С з витримкою 40 хв при 250-350°С. Відпуск 150°С з витримкою 1 год	32	62
Ізотермічне гартування з 1050°С з витримкою 40 хв при 250-350°С. Відпуск 250°С з витримкою 1 год	34	58
Загартовування 960–980°С, масло. Відпуск 200°С з витримкою 1 год	10	64
Загартовування 960–980°С, масло. Відпуск 300°С з витримкою 1 год	15	62
Загартовування 960–980°С, масло. Відпуск 400°С з витримкою 1 год	34	59
Загартовування 960–980°С, масло. Відпуск 500°С з витримкою 1 год	42	56

Продовження таблиці 2.2

Твердість		
Стан поставки, термообробка	HRCэ поверхні	НВ
Прутки і смуги відпалені або високовідпущені	–	255
Зразки. Загартовування 970°С, масло. Відпуск 180°С.	Вище 62	–
Ізотермічний відпал 830-850°С, охолодження зі швидкістю 40 град / г до 720-740°С, витримка 3-4 ч, охолодження зі швидкістю 50 град / г до 550°С, повітря	–	255
Підігрів 650-700°С. Загартовування 950-980°С, масло. Відпуск 180-200°С, 1,5 г, повітря (режим остаточної термообробки)	61–63	–
Підігрів 650-700°С. Загартовування 950-980°С, масло. Відпуск 180-200°С, 1,5 г, повітря (режим остаточної термообробки)	58–59	–

Простановку розмірів виконано грамотно, відповідно до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки.

На кресленні проставлений жорсткий допуск розташування отворів (± 0,005 мм.) та допуск соосності (± 0,005 мм.). Мала величина допуску потребує застосування верстата підвищеної точності і викличе складність його контролю.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова. Виходячи з річної програми випуску N = 8000 шт. і маси деталі 1,05 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь – середньосерійний, по [3, с. 24].

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва. Підприємствами цього типу випускається в даний час 75–80% всієї продукції машинобудування України.

У средньосерійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Також, при средньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним керуванням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПУ. Переналагодження верстатів, пристосувань і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньою технологічною підготовкою.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають обробку на одному і тому ж обладнанні.

Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і налагоджують використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на попередньо налаштованих верстатах.

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

4.1 Технологічний аналіз даної деталі

Показники технологічності діляться на якісні та кількісні.

До якісних показників відносяться наступні фактори:

– матеріал деталі;

– базування і закріплення;

– простановка розмірів;

– допуски форми і розташування;

– взаємозамінність;

– нетехнологічні конструктивні елементи.

До кількісних показників технологічності відносяться:

– коефіцієнт використання заготовки і матеріалу;

– коефіцієнт точності;

– коефіцієнт шорсткості;

– собівартість;

– коефіцієнт уніфікації.

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці і мінімальною собівартістю.

4.2 Якісна оцінка технологічності конструкції

В даному випадку в якості матеріалу, для виготовлення матриці використовується сталь Х12М. Хімічний склад, механічні та технологічні властивості сталі детально описані в пункті 2 пояснювальної записки.

Базування та закріплення під час обробки та контролю.

Базування деталі «Матриця» можливе на будь-якому верстаті. Для закріплення деталі не потрібні додаткові пристрої, найкраще базування в трьох кулачковому патроні. Деталь технологічна по відношенню до закріплення. Схема

базування деталі показана на рисунку 4.1, матрицю зв’язків наведено в таблиці 4.1.

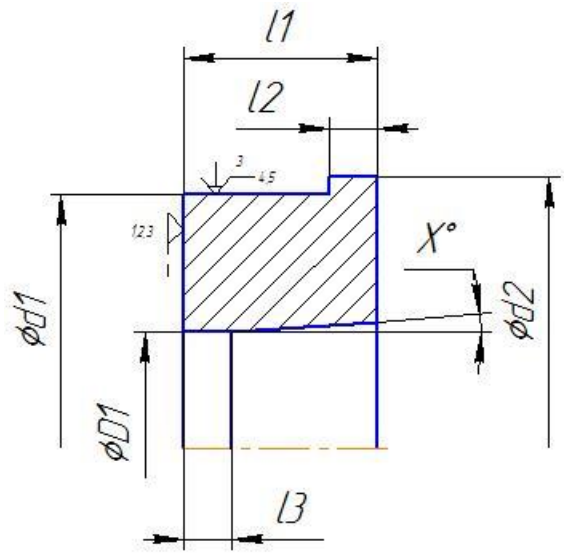


Рисунок 4.1 – Схема базування деталі «Матриця»

Таблиця 4.1 – Матриця зв’язків

Бази	Зв’язки	Ступені волі	Що забезпечують	Чим забезпечують
УБ	1,2,3	$\bar{z}$, $\hat{x}$, $\hat{y}$	l1	$\bar{z}$,
ПОБ	4,5	$\bar{y}$, $\bar{x}$,	xx	$\bar{y}$, $\bar{x}$,

**Подвійна опорна база забезпечує соосність діаметрів d2, D1 відносно діаметра d1, за який проводиться закріплення в трьох кулачковий патрон.

*Розміри l2, l3, d1, d2, D1 та конус X° залежать від налагодження верстату.

Простановка розмірів.

Проставлення розмірів виконано грамотно, відповідно до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки. Варіації розмірів деталі та необхідного вимірювального інструменту приведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Контроль розмірів деталі

Розміри	Засоби вимірювання
∅84n6, ∅42,08JS5, ∅2,75H5, ∅7,05H5, l10H7, l13,02H5, l2,36H5, ∅90h7	Калібр-пробка, калібр-скоба, калібр для пазів, мікрометр
l32, l8, l42, ∅ 12, h17	Штангенциркуль, глибиномір,

Фаски і конуси контролювати кутоміром.

Розміри поділяють на такі категорії:

а) розмір, що залежить від налагодження верстату.

б) розмір, що забезпечується інструментом.

До першої групи відносяться :

∅90h7, ∅84n6; ∅42,08; l32; l8; l42; l10H7; ∅7,05*0,3; ∅42,08*2◦; l8; l13,02; l3; 1x45◦; l10; l1; l15,6; l67,5; l82; l59; l18; l15,6; l20,8*; l30,5; l27,5*; <36'*; <60'.

До другої групи відносяться :

R0,5; ∅42,6; ∅12; ∅7,05; ∅2,75; l2,36; l8,36; h17; h17; R0,188; R0,7; R5; R2,5; R1,18;

Наявність жорстких умов, щодо допусків форми та взаємного розташування.

На кресленні проставлений жорсткий допуск розташування отворів (± 0,005 мм.) та допуск соосності (± 0,005 мм.). Мала величина допуску потребує застосування верстата підвищеної точності і викличе складність його контролю.

Наявність даних допусків на деталі робить деталь не технологічною.

а) | ⌯ | 0,005 | Б | – допуск симетричності двох отворів ∅2,75 у вертикальній площині відносно центрального отвору Б ∅42,08 становить 0,005 мм.

б) | ⌯ | 0,005 | Б | – допуск симетричності двох отворів ∅2,75 у горизонтальній площині відносно центрального отвору Б ∅42,08 становить 0,005 мм.

в) | ⌯ | 0,005 | Б | – допуск симетричності двох отворів ∅7,054 відносно центрального отвору Б ∅42,08 становить 0,005 мм.

г) | ◎ | 0,005 | Б | – допуск соосності зовнішнього циліндра ∅84n6 відносно центрального отвору Б ∅42,08 становить 0,005 мм.

Нетехнологічні конструктивні елементи.

Нетехнологічними конструктивними елементами даної деталі є:

– пази на центральному отворі $\varnothing 42{,}08^{+0{,}005}$;

– глухий отвір ∅12 з малим отвором ∅2,75 на його конусі з між осевою відстанню 3мм;

– отвір ∅7,05 (0,3 мм по контуру);

– наявність пазів складної форми, розташованих під певним кутом по колу.

Присутність наведених вище поверхонь призводить до неможливості їх обробки на звичайних верстатах. Дані поверхні отримуються шляхом електроерозійної обробки. Поверхні деталі точні і мають високий клас шорсткості, що робить деталь не технологічною.

4.3 Кількісна оцінка технологічності конструкції

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

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою:

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

де $А_{ср}$ – середнє арифметичне значення шорсткості, за даними таблиці 4.3:

$$А_{ср} = 45,9/25=1,84 \text{ мкм},$$

$$Кш = \frac{1}{1,84} = 0,54 > 0,32.$$

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

$$K_{Т} = 1 - \frac{1}{Б_{ср}} > 0,8, \quad (4.2)$$

де $Б_{ср}$ середнє арифметичне значення квалітету точності, за даними таблиці 4.3:

$$Б_{ср} = 236/25=9,44,$$

$$Кт = 1 - \frac{1}{9,44} = 0,89 > 0,8.$$

Таблиця 4.3 – Характеристика поверхонь деталі

Характер поверхні і розмір	Кількість	Точність	Якість
1	2	3	4
Зовнішні: Зовнішній циліндр ∅90h7 Зовнішній циліндр ∅84n6	 1 1	 H7 n6	 Ra 0,8 Ra 0,8
Внутрішні: Внутрішній циліндр ∅42,08	1	JS5	Ra 0,8

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Лінійні:			
Торець l32	1	IT14	Ra 0,8
Торець l8	1	IT14	Ra 0,8
Інші:			
Лиска l42	1	IT14	Ra 6,3
Глухий отвір ∅ 12	2	H14	Ra 0,8
Скрізний отвір ∅ 2,75	4	H5	Ra 0,8
Скрізний отвір ∅ 7,05	2	H5	Ra 0,8
Наскрізний паз l10H7	1	H7	Ra 6,3
Конус ∅ 7,05*0,3˚	2	H14	Ra 6,3
Конус ∅ 42,08*2˚	1	H14	Ra 6,3
Паз l13,02	2	H5	Ra 0,8
Паз l2,36	2	H5	Ra 0,8
Паз h17	2	IT14	Ra 0,8
Фаска 1x45˚	1	IT14	Ra 0,8

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

Проаналізувавши дану деталь, робимо висновок, що деталь не технологічна.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ

Основні способи виробництва заготовок – лиття, обробка тиском, зварювання. Спосіб отримання тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, пред'явлених до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших чинників [4, с. 21].

Одну і ту ж деталь можна виготовити з заготовок, отриманих різними способами. Одним з основоположних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, обсяг механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі. Однак при цьому в заготівельному виробництві збільшуються витрати на технологічне обладнання та оснащення, їх ремонт та обслуговування. Тому при виборі способу отримання заготовки слід проводити техніко-економічний аналіз двох етапів виробництва - заготівельного і механообробного.

Вибір оптимального способу виробництва заготовок здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників розглянутих технологічних варіантів. Завдання полягає в тому, щоб визначити, який з порівнюваних варіантів економічно більш доцільний.

5.1 Базовий метод отримання заготовки

У базовому технологічному процесі заготовку отримували з круглого прокату, шляхом відрізання на стрічкопильному верстаті BS712 кола з розмірами ∅100 / 40. Перевага цього способу отримання заготовки - дешевизна і простота. Однак, точність отримання заготовок низька, виходять великі припуски і напуски, і як наслідок, низькі коефіцієнти використання заготовки і матеріалу.

Маса заготовки визначається за формулою:

$$m_з = \rho \cdot V \qquad (5.1)$$

де ρ – плотність сталі, ρ=7700 кг/м^3;

V – об’єм заготовки, м^3;

Об’єм заготовки визначається як об’єм геометричного тіла:

$$V = \frac{\pi \cdot D'^2}{4} \cdot H', \tag{5.2}$$

$$\mathrm{V} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1^2}{4} \cdot 0{,}04 = 0{,}0003 \text{ м.}$$

Тоді маса заготовки дорівнює:

$$m_з = 7700 \cdot 0{,}0003 = 2{,}31 \text{кг.}$$

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою:

$$K_з = \frac{m_Д}{m_з}, \tag{5.3}$$

де $m_Д$ – маса деталі, $m_Д$=1,05 кг; підставивши значення у формулу (5.3), маємо:

$$\mathrm{К_з} = \frac{1{,}05}{2{,}31} = 0{,}45.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою:

$$\mathrm{К_{в.м}} = \frac{m_Д}{m_З + m_{ВВЗ}} \tag{5.4}$$

де $m_{ВВЗ}$ – маса відходів виробництва заготовки, для поковок кованих $m_{ВВЗ}$=1–3%$m_З$, $m_{ВВЗ}$=0,05 кг.

$$\mathrm{К_{в.м}} = \frac{1{,}05}{2{,}31 + 0{,}05} = 0{,}44.$$

5.2 Пропонований метод отримання заготовки

Залежно від матеріалу деталі, типу виробництва, розмірів і конфігурації деталі по [6, с. 138, таблиця 21], пропонований метод отримання заготовки: поковка штампована на кривошипному горячештамповочному пресі (КГШП) виконана в закритих штампах.

Кривошипний прес використовується для штампування різноманітних деталей. Це установка, що має кривошипно-повзунний механізм. Рух обертального приводу перетворюється в поступальний рух повзуна, завдяки чому функціонує прес. Робочим інструментом даного преса є штамп (пуансон). У своєму складі він має дві частини: рухому (прикріплюється до повзуна пристрої) і нерухому (монтується до столу). За один оборот шатуном преса здійснюється повний хід. У цей момент проводиться штампування (повзун рухається вперед). Зусилля преса створюється завдяки крутним моментом. У свою чергу, крутний момент стає можливим за рахунок електроприводу. Привід складається з двигуна, зубчастої понижувальної передачі, гальм, муфти включення і маховика. Електродвигун обертає маховик, а за рахунок інерційної сили на кривошипному валу створюється крутний момент. Такий прес може функціонувати як за схемою одиночних ходів (муфта відключається після кожного повного ходу), так і в автоматичному режимі (муфта постійно включена).

Хід повзуна і кількість цих ходів, номінальне зусилля, габарити столу визначають технологічні характеристики кривошипного преса. Він може бути різної конструкції, кожної здійснюється певний вид штампування.

Визначення припусків.

Для визначення припусків табличним способом проводяться такі розрахунки:

Клас точності поковки – Т3 [5, с.28, таблиця 19, додаток 1].

Група сталі – М3 [5, с.8, таблиця 1].

Ступінь складності – С1 [5, с.29, додаток 2].

Вихідний індекс – 10 [5, с.10, таблиця 2].

Коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки – $К_Р$ = 1,5 [5, таблиця 20]

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається за формулою:

$$m_З^Р = m_Д \cdot K_Р, \quad (5.5)$$

$$m_з^р = 1{,}05 \cdot 1{,}5 = 1{,}575$$ приймаємо $m_З$= 1,6 кг.

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості Ra, який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку [5, с.12, таблиця 3], допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів [5, с.17, таблиця 8] та допустимі припуски [5, с.20, таблиці 9,10,11,12,13].

Основні припуски на розміри (на сторону), мм:

1,6 – діаметр 90 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм;

1,6 – діаметр 84 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм;

1,6 – діаметр 42,08 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм;

1,5 – довжина 32 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм.

1,5 – довжина 8 мм і шорсткість поверхні Ra = 0,8 мкм.

Додаткові припуски, що враховують: зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності 0,2 мм [5, с.14, таблиця 5].

Розміри поковки, мм:

діаметр d1: 90+ ((1,6 + 0,2)·2)= 93,6 мм; приймаємо 94 мм;

діаметр d2: 54+ ((1,6 + 0,2)·2) = 87,6 мм; приймаємо 88 мм;

діаметр D2: 42,08- ((1,6 + 0,2)·2) = 38,48 мм; приймаємо 38 мм;

довжина L: 32+ ((1,5 + 0,2)·2) = 35,4 мм; приймаємо 36 мм;

довжина L: 8 + 1,6 + 1,5 + 0,2 + 0,2 = 11,5 мм; приймаємо 12 мм.

Результати розрахунків припусків і допусків з граничними відхиленнями розмірів зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Зведена таблиця для визначення розмірів заготовки, в міліметрах

Розмір деталі	Ra	Z припуски			Допуски	Розміри заготовки	
		основні	додаткові	загальні		Розрах.	Прийняті
d90	0,8	1,6	0,2	1,8	+1,1 -0,5	93,6	94
d84	0,8	1,6	0,2	1,8	+1,1 -0,5	87,6	88
D42,08	0,8	1,6	0,2	1,8	+0,5 -1,1	38,48	38
L32	0,8	1,5	0,2	1,7	+0,9 -0,5	35,4	36
L8	0,8	1,5	0,2	1,7	+0,9 -0,5	11,5	12

Допустима висота торцевої задирки, що утворилася по контуру пуансона при штампуванні в закритих штампах – 3,0 мм [5, таблиця 11];

Допустиме відхилення по зігнутості, від площинності і прямолінійності – 0,5 мм [5, таблиця 13];

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (5.3):

$$К_з = \frac{1,05}{1,6} = 0,66.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (5.4) (для штамповок на КГШП $m_{ВВЗ}=10\%\cdot m_З = 10\%\cdot 1,575=0,16$ кг):

$$К_{вм} = \frac{1,05}{1,6+0,16} = 0,6.$$

Остаточні розміри штамповки з призначеними на неї основними припусками наведені на рисунку 5.1.

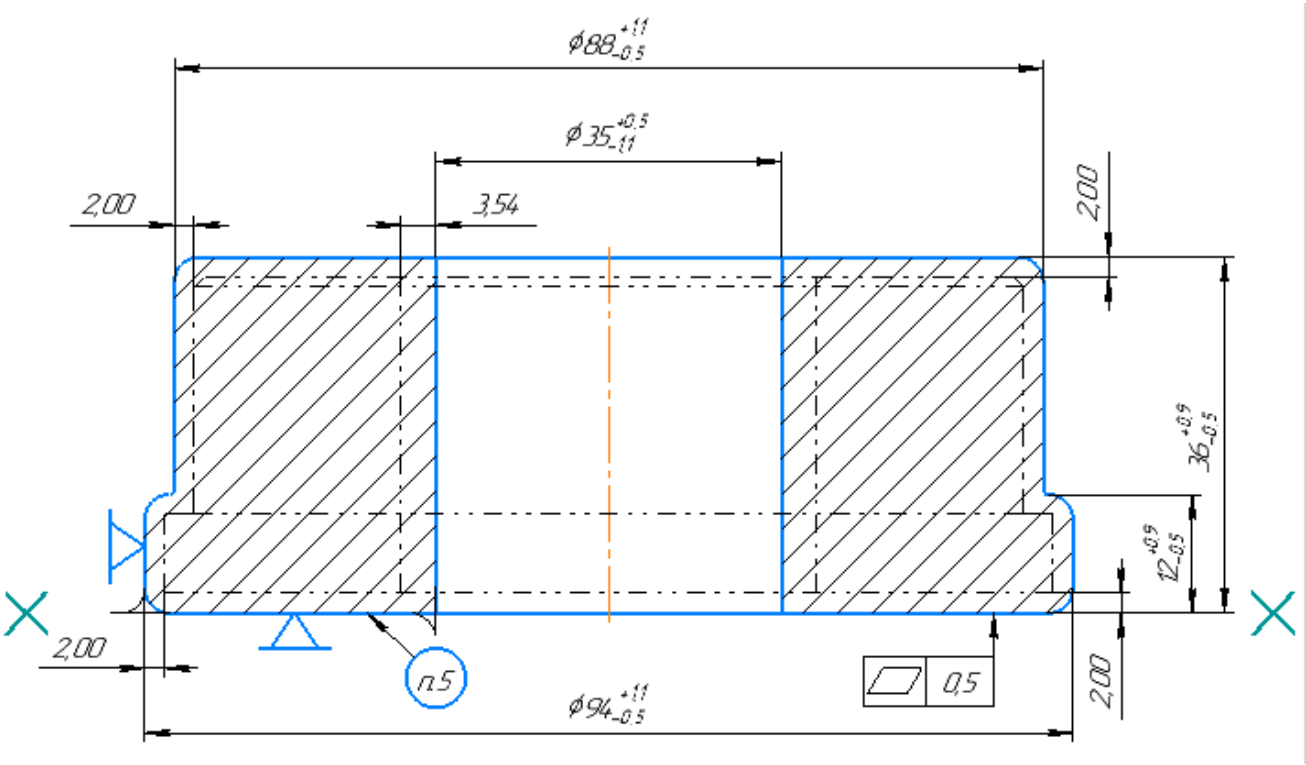


Рисунок 5.1 – Остаточні розміри штамповки з призначеними на неї основних припусками

В результаті розрахунків, наведених вище, ми бачимо, що вигідніше використовувати заготовку-поковку штамповану на кривошипному горячештамповочному пресі (КГШП) виконану в закритих штампах, ніж використання заготовки із прокату. Це пояснюється тим, що коефіцієнти використання заготовки і матеріалу в першому випадку (пропонованому) вище, ніж ті ж коефіцієнти в другому випадку (базовому).

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

В даний час існує багато різноманітних технологічних способів отримання поверхонь заданої якості, які забезпечують однакові вимоги до оброблюваних поверхонь деталей, але істотно розрізняються по собівартості і реалізації.

При проектуванні одним із завдань є створення такого технологічного процесу, який забезпечував би задану точність і шорсткість поверхонь деталі, потрібні фізико-механічні якості поверхневого шару матеріалу при найбільшої продуктивності і мінімальної собівартості виробництва.

Необхідна точність поверхні отримується завдяки використанню достатньої кількості стадій обробки, грамотному підбору обладнання, ріжучого інструменту, жорсткому закріпленню деталі.

Розглянемо питання забезпечення якості оброблюваних поверхонь за наступними критеріями:

а) Точність.

Всі розміри поділяються на три основні категорії:

6 – 7 квалітети I категорія, точні;

8 – 9 квалітети II категорія, середні ;

10 – 14 квалітети III категорія, грубі .

До першої категорії відносяться: паз 10Н7, зовнішній циліндр ∅90h7, зовнішній циліндр ∅84n6, два отвори ∅7,054Н5, внутрішній циліндр ∅42,08JS5, чотири отвори ∅2,754Н5, два пази l2,36Н5, два внутрішні пази l13,02Н5.

Всі інші поверхні відносяться до третьої категорії.

б) Дотримання вимог шорсткості

Шорсткість поверхні відповідає квалітету її точності, виконуючи заданий квалітет, відповідна шорсткість одержується автоматично, завдяки характерним ознакам заданої стадії – режими обробки, подача S (мм/об), глибина різання t (мм).

Також на шорсткість впливають геометричні параметри інструменту φ_1 ; та ρ – радіус при вершині. Велике значення на досягнення заданої шорсткості надає ЗОР.

Ra 0,8 – належить більшості поверхонь деталі та досягається методом плоского, круглого і внутрішнього шліфування а також внаслідок електроерозійної обробки.

Ra 6,3 – чорнове фрезерування;

Ra 6,3 – електроерозія;

Ra 6,3 – чорнове та напівчистове розточування;

в) Дотримання допусків форми і взаємного розташування поверхонь

Забезпечення необхідних допусків форми і взаємного розташування поверхонь досягається на операціях кінцевої обробки з дотриманням принципів сталості та суміщення баз, завдяки вибору високоточних, прогресивних верстатних пристосувань, які зводять похибку установки до мінімальних значень.

◎	0,005	Б

– досягається методом сумісності баз, шляхом встановлення на конусну оправку центральним отвором Б, який водночас є вимірювальною, технологічною і конструкторською базою.

⌯	0,005	Б

– досягається методом жорсткої системи ВПІД, шляхом встановлення на спеціальному установчому пристрої. Обробка всіх отворів ведеться на одному установі шляхом електроерозійної обробки деталі графітним електродом, внаслідок чого досягається необхідна точність.

г) Дотримання необхідної твердості поверхонь

Вид і режим термічної обробки залежать від її призначення, хімічного складу матеріалу поковки, термо-механічного режиму попереднього штампування, від габаритів і товщини оброблюваної поковки.

Твердість деталі складає 55…58HRCэ дана вимога досягається у результаті проведення термічної обробки – загартування 960-980°С, охолодження в маслі, відпустку 400-450°С, охолодження на повітрі.

Порівняння базового і пропонованого технологічних процесів наведено в таблицях 6.1 та 6.2 відповідно.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Устаткування
005	Відрізна	BS712
010	Технічний контроль	
015	Токарно-гвинторізна	16К20
020	Токарна з ЧПК	16А20Ф3
025	Технічний контроль	
030	Вертикально-фрезерна	6Р12
035	Слюсарна	
040	Термічна обробка	ТП-61
045	Технічний контроль	
050	Внутрішньо-шліфувальна	М2120А
055	Технічний контроль	
060	Круглошліфувальна	3А110В
065	Технічний контроль	
070	Плоскошліфувальна	3П722
075	Технічний контроль	
080	Електроерозійна	4732Ф3М
085	Технічний контроль	

Таблиця 6.2 – Пропонований технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Устаткування
005	Обробка тиском	
010	Технічний контроль	
015	Термообробка	ТП-61
020	Технічний контроль	
025	Комплексна на ОЦ з ЧПК	DS-30SSY
030	Технічний контроль	
035	Внутрішньо-шліфувальна	3К228А
040	Технічний контроль	
045	Круглошліфувальна	3У12В
050	Технічний контроль	
055	Плоскошліфувальна	3Е710В-1
060	Технічний контроль	
065	Промивання	АМ900 АК
070	Електроерозійна	Joemars JMNC32A
075	Слюсарна	
080	Технічний контроль	
085	Маркування	

В якості технологічних операцій, для яких буде проводитися подальший аналіз, приймаю операцію 025 «Комплексна на обробних центрах з ЧПК» та 055 «Плоскошліфувальна». На даних операціях обробляються поверхні, показані на рисунках 6.1 та 6.2.

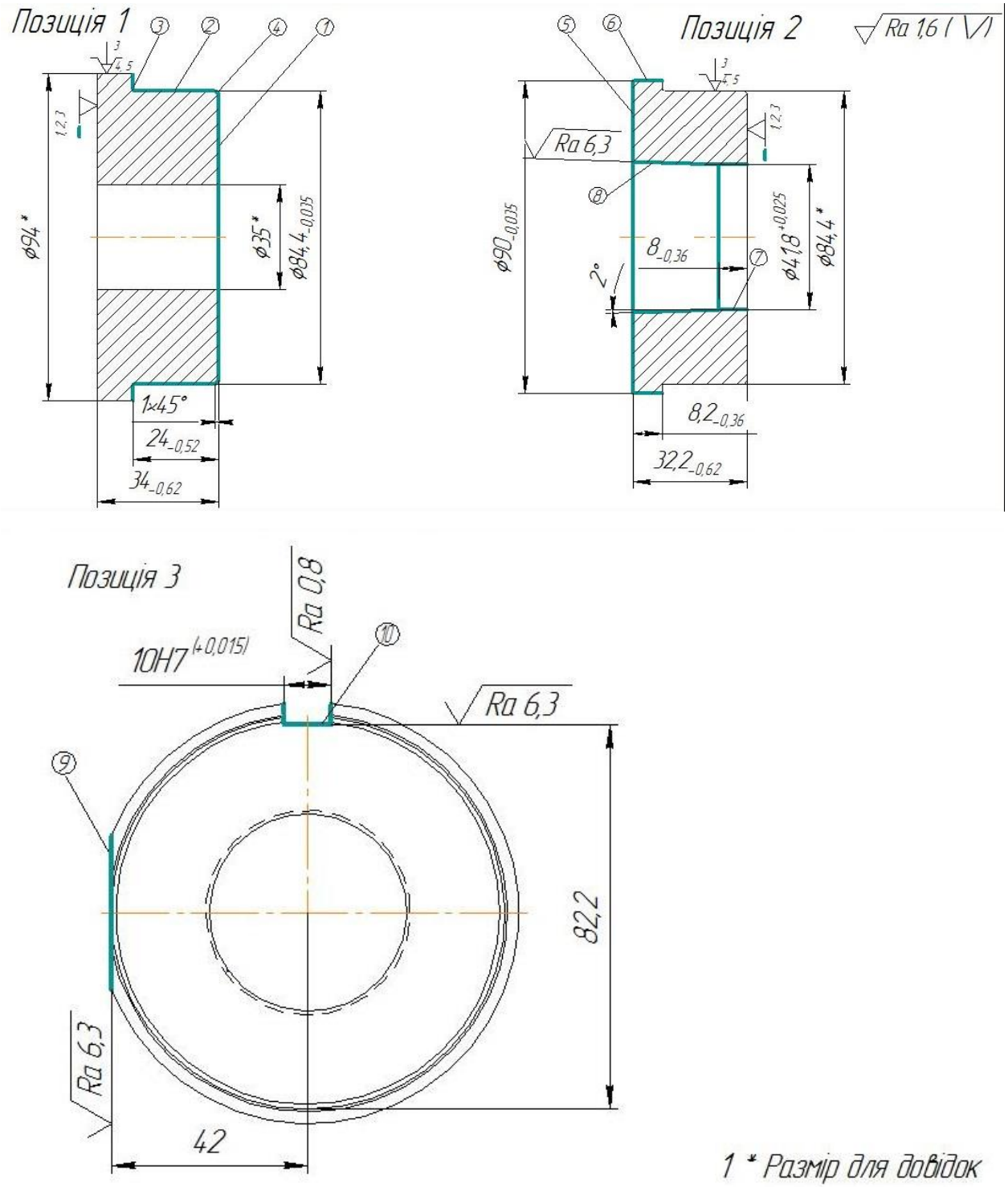


Рисунок 6.1 – Схема базування заготовки на операції 025

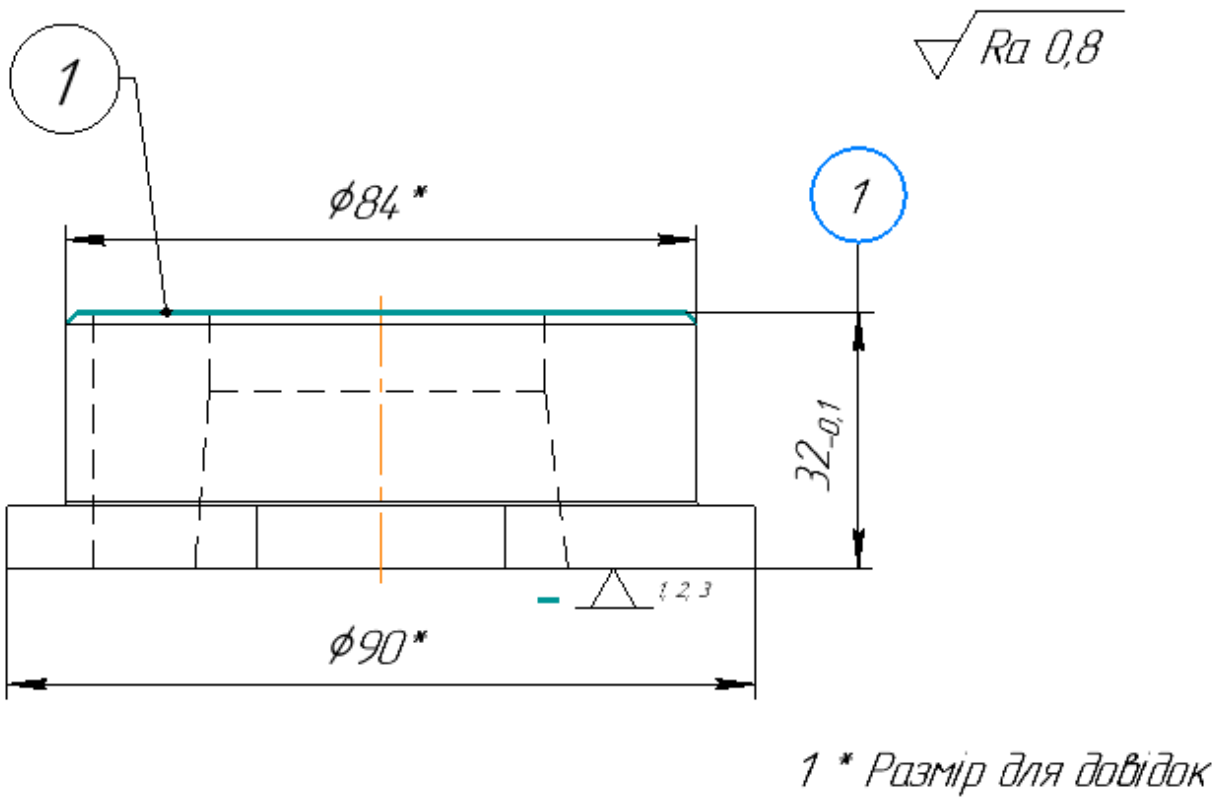


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на операції 055

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу і інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків для внутрішньої поверхні тіла обертання ∅42,08±0,005, по [6, с. 175].

Відповідно до таблиці припусків і посадок призначаємо квалітет на розмір ∅42,08±0,005. Для отвору з такими розмірами і граничними відхиленнями квалітет – JS5. Розрахунок проводимо по програмі, результати розрахунку наведено в додатку В.

Таблиця 6.3 – Досягнутий квалітет точності і шорсткості на операціях

Найменування операції (переходу)	Точність	Якість	
		Ra,(мкм)	Rz,(мкм)
1. Заготовка	H14	25	160
2. Напівчистове розточування	H12	12,5	45
3.Чистове розточування	H9	6,3	40
4.Розточування оздоблювальне	H7	1,6	30
5. Шліфування	JS5	0,8	–

Вибір значень лінійних припусків.

Величину мінімального припуску визначимо за формулою

$$2Z_{(i)min} = 2(R_{(Z)i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho^2_{(i-1)} + {\varepsilon_i}^2}); \quad (6.1)$$

де Rz_{i-1} – величина мікронерівностей поверхні, отриманої на попередній операції (переході), мкм;

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

ρ_{i-1} – похибка просторового відхилення форми і взаємного розташування поверхонь, отримана на попередній операції, мкм;

ε_i – похибка установки на даній операції (переході), мкм;

Висота мікронерівностей:

Для заготовки: Rz = 160 (мкм);

Для напівчистового розточування: Rz = 45 (мкм);

Для чистового розточування: Rz = 40 (мкм);

Для оздоблювального розточування: Rz = 30 (мкм).

Глибина дефектного поверхневого шару:

Для заготовки Т= 200 (мкм);

Для напівчистового розточування Т= 45 (мкм);

Для чистового розточування Т=40 (мкм);

Для оздоблювального розточування Т=30 (мкм).

Сумарне значення просторових відхилень визначають за формулою:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.2)$$

де $\rho_{зм}$ – похибка заготовки, пов'язана зі зміщенням осі;

$$\rho_{зм} = \delta,$$

де δ – допуск на поверхню, δ = 1,5 мм;

$\rho_{кор}$ – похибка заготовки, пов'язана із її короблення;

$$\rho_{заг} = \sqrt{1{,}5^2 + 0{,}8^2} \approx 1{,}7(мм) = 1700\ (мкм).$$

Призначення необхідної та достатньої кількості стадій обробки.

Таблиця 6.4 – Розрахункові значення, у міліметрах

Стадія обробки	Квалітет	Допуски	Система припусків, мкм				Припуски		Розміри		
			Rz	ρ	T_a	εу	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$	d_{min}	d_{nom}	d_{max}
1. Заготовка	14	$^{+1,1}_{-0,5}$	160	1700	200	–	–	–	34,798	35,298	36,398
2. Н/ч розточ.	12	$^{+0,25}_{0}$	45	85	45	120	4,13	5,98	40,528	40,528	40,778

Продовження таблиці 6.4

Стадія обробки	Квалітет	Допуски	Система припусків, мкм				Припуски		Розміри		
			Rz	ρ	T_a	εу	$2Z_{mi}$	$2Z_{max}$	d_{min}	d_{nom}	d_{max}
3. Чист. розточ.	9	$^{+0,062}_{0}$	40	68	40	–	0,47	0,782	41,248	41,248	41,31
4. Оздоб. розточ.	7	$^{+0,025}_{0}$	30	51	30	100	0,4	0,487	41,71	41,71	41,735
5. Шліфуван-ня	5	$^{+0,005}_{-0,005}$	–	–	–	100	0,34	0,375	42,075	42,08	42,085

Схему розташування припусків і допусків приведено в додатку Б пояснювальної записки.

6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

Для операції 025:

Деталь базується і закріплюється в гідравлічному трикулачковому патроні з подальшим перехватом деталі контр-шпинделем.

В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази (рисунок 6.1):

Позиція 1:

– установча, лівий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

– подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

Позиція 2:

– установча, правий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

– подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

Позиція 3:

– установча, правий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

– подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

В якості альтернативної схеми базування можна вважати ту ж схему, що була представлена вище, але із зміною поверхонь базування, захопленням зворотними кулачками за центральний отвір ∅35 мм. При закріпленні в трикулачковий патрон, деталь позбавляється п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази – установча та подвійна опорна. Дана схема приведена на рисунку 6.4.

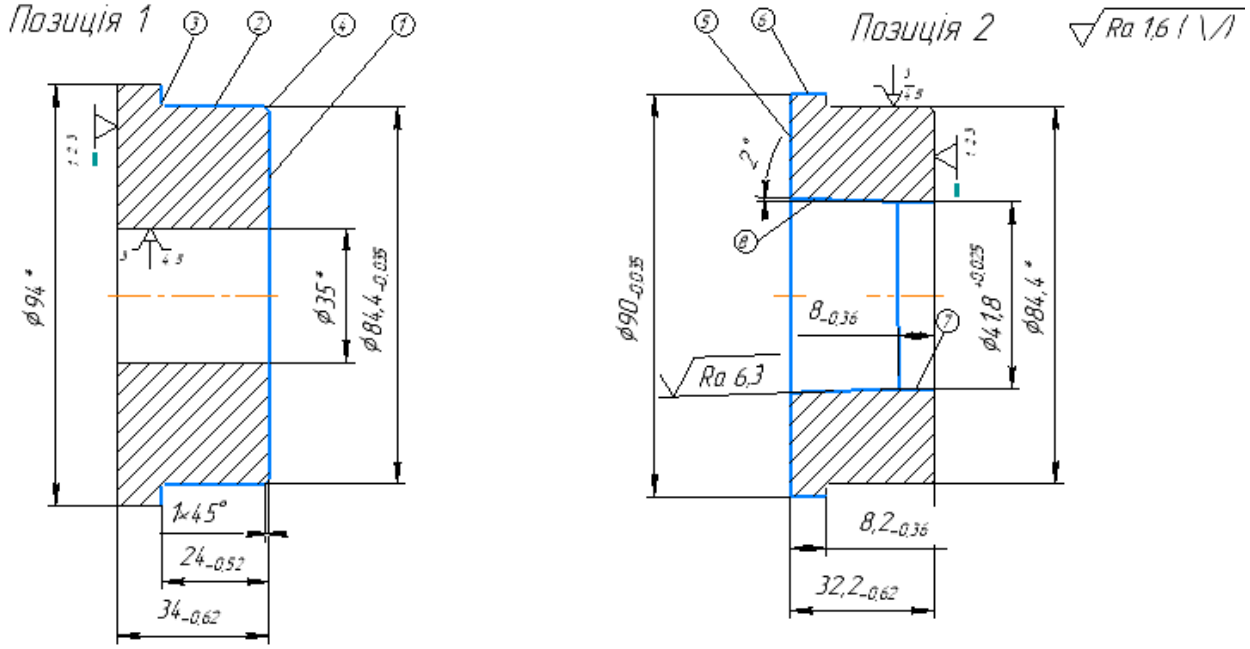


Рисунок 6.4 – Альтернативна схема базування заготовки для операції 025

Оскільки на другій позиції операції 025 відбувається оброблення (розточування) центрального отвору, то закріплення заготовки за нього неможливе. Розглядаємо альтернативну схему базування для позиції 1.

По-перше – поверхні, які розглядаються в якості базових (∅90 та ∅35) попередньо не оброблені та мають однакові допуски 1600 мкм, та однакову шорсткість, отже схема базування, яку зображено на рисунку 6.1 є більш актуальною, по відношенню до схеми на рисунку 6.4. Це пояснюється тим, що в першу чергу дана схема базування забезпечує дотримання соосності діаметрів ∅84,4 та ∅94 (за який проводиться закріплення в трикулачковий патрон).

По-друге – на другій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК відбувається перезакріплення заготовки контршпинделем, де в якості базової поверхні виступає зовнішній циліндр ∅84,4 і відбувається обробка попередньої базової поверхні ∅94, а отже така схема базування позволяє нам зменшити можливість виникання додаткових похибок базування, биття та форми.

По-третє – пропонована схема базування забезпечує дотримання точності операційних розмірів:

Для лінійного розміру $34_{-0,62}$ похибка базування відсутня ($Єб_{34}=0$), тому що технологічна та вимірювальна бази (лівий торець заготовки, див. рисунок 6.1) співпадають. Таким чином пропонована схема базування забезпечує точність розміру l34.

Для лінійного розміру $24_{-0,52}$ технологічна база (лівий торець заготовки, див рисунок 6.1) та вимірювальна база (правий торець заготовки) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($Єб_{24}\neq0$). У зв'язку з тим що розмір l24 формується на одному установі з розміром l34, значення похибки базування $Єб_{24}$ нівелюється, тобто точність розміру l24 також забезпечується запропонованою схемою базування.

Для діаметрального розміру $∅84,4_{-0.035}$ технологічна база (зовнішня циліндрична поверхня ∅94, див. рисунок 6.1) та вимірювальна база (зовнішня циліндрична поверхня ∅84,4) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($Єб_{84,4}\neq0$). Але у зв'язку із використанням токарного самоцентруючого трикулачкового патрона похибка базування на розміри, вказані в радіальному

напрямі, дорівнює нулю ($Єб_{84,4}$=0). Точність розміру ∅84,4 забезпечується запропонованою схемою базування.

Для операції 055:

На даній операції обробляються поверхні, показані на рисунку 6.2.

Деталь базується на магнітному столі верстата. В цілому деталь позбавлена трьох ступенів свободи, має місце одна технологічна база:

– встановлювальна база, нижній торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

На операції 055 потрібно забезпечити точність лінійного розміру 32(0;–0,1) мм. Ця вимога буде витримана, тому, що технологічна база (ТБ) та вимірювальна (ВБ) збігаються для розміру 32(0;–0,1) мм і похибка базування дорівнює нулю.

До оброблювальної поверхні забезпечується вільний підхід різального інструмента, а установлення заготовки на магнітній плиті забезпечує достатню жорсткість під час обробки.

На підставі виконаного аналізу можна зробити висновок, що структура операції складається із одного установа, одного допоміжного переходу та одного технологічного переходу.

Альтернативною схемою базування може бути закріплення заготовки в трикулачковому самоцентруючому патроні за розмір ∅90 мм (рисунок 6.5).

В результаті такого закріплення деталь позбавляється п’яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

– установча, лівий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і обертань навколо осей X і Y;

– подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

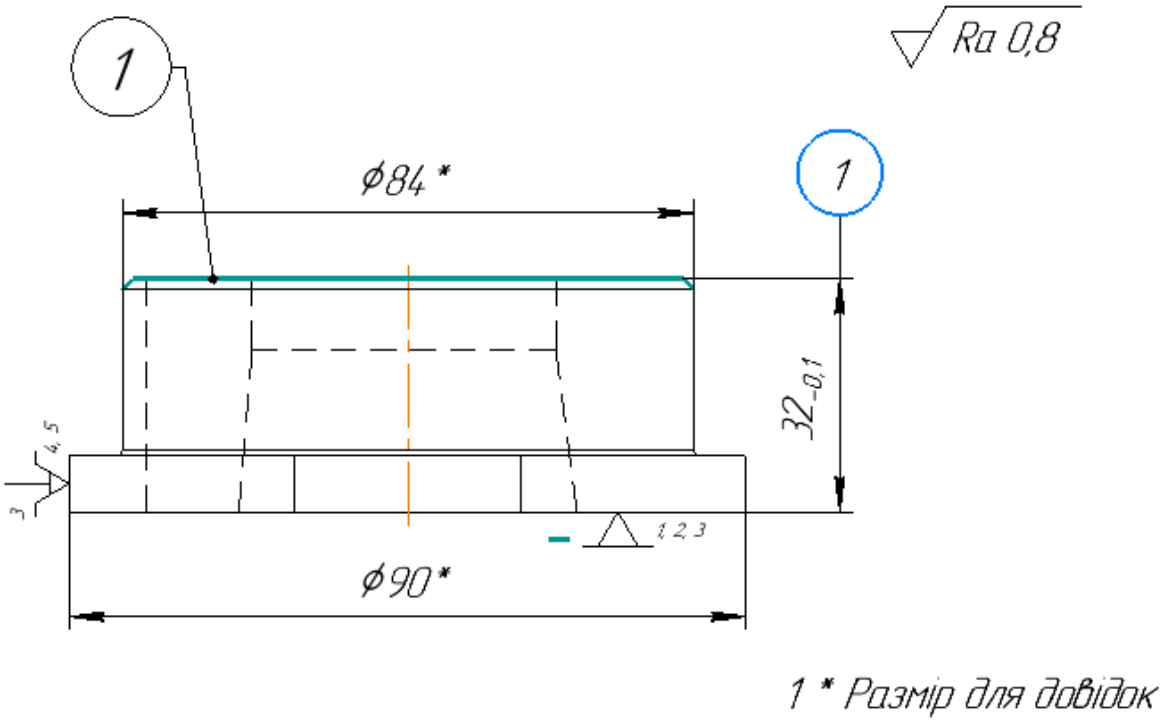


Рисунок 6.5 – Альтернативна схема базування заготовки для операції 055

Використання такої схеми базування призводить до зниження продуктивності праці і виключає можливість одночасного оброблення кількох деталей. Можливий перекос деталі при затисканні і з'являються додаткові похибки базування.

6.3 Обгрунтування вибору металорізального верстата

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

Для операції 025 пропонований верстат – токарно-револьверний центр HAAS DS-30SSY. Використання обробного центру дозволяє зменшити час виготовлення деталі, шляхом суміщення токарних та фрезерних операцій в одну комплексну операцію. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.5, по [8].

Таблиця 6.5 – Технічна характеристика верстата мод. HAAS DS-30SSY

Найменування параметра	Величина
Максимальний встановлюваний діаметр заготовки, мм	
над станиною	806
над кареткою	527
Максимальний оброблюваний зовнішній діаметр, мм	457
Максимальна довжина точіння, мм 584	584
Параметри шпинделя:	
Посадка шпинделя	A2-6
Максимальна частота обертання шпинделя, об / хв	4800
Максимальний крутний момент на шпинделі (при n =700 об/хв), Нм	
Максимальна потужність на шпинделі, кВт	156
Діаметр отвору в шпинделі, мм	22,4
Діаметр отвору в тягової гідравлічної трубі, мм	88,9
Максимальний діаметр оброблюваного прутка, мм	52,3
Діаметр 3-кулачкового гідравлічного патрона, мм	51
	210
Параметри контршпинделя:	
Посадка шпинделя	A2-5
Максимальна частота обертання шпинделя, об / хв	4800
Максимальний крутний момент на шпинделі (при n = 700 об / хв),	
Нм	203
Максимальна потужність на шпинделі, кВт	14,9
Діаметр отвору в шпинделі, мм	61,9
Діаметр 3-кулачкового гідравлічного патрона, мм	210
Параметри інструментального револьвера:	
Тип інструментального револьвера	VDI / BOT
Кількість позицій в револьвері	24
Час зміни інструменту, сек	1

Продовження таблиці 6.5

Найменування параметра	Величина
Параметри точності:	
Точність позиціонування супорта, мм	± 0,0050
Повторюваність позиціонування супорта, мм	± 0,0025
Параметри пристрою ЧПУ:	
Тип пристрою	Haas-Fanuc
Кількість керованих осей	5
Тип монітора для відображення інформації	LCD 15 "
Тип інтерфейсу для підключення знімних носіїв пам'яті	USB
Обсяг пам'яті для зберігання програм, кБ	1024
Мінімальна дискретність значень,що задаються мм 0,001	0,001

Що стосується операції 055 – аналіз вихідної моделі верстатного обладнання дозволяє застосувати його на операції. Верстат дозволяє забезпечити продуктивність залежно від типу виробництва, конфігурації та точності розмірів, технічних вимог щодо якості оброблених поверхонь заготовки. Потужність верстата достатня для виконання операції із використанням різних режимів різання. Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 6.6, по [9].

Таблиця 6.6 – Технічна характеристика верстата мод. 3Е710В–1

Найменування параметра	Величина
Розміри робочої поверхні стола, мм	250х125
Найбільші розміри оброблюваних заготовок, мм	250х125х200
Маса оброблюваних заготовок, кг, не більше	50
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала столу, мм	300

Продовження таблиці 6.6

Найменування параметра	Величина
Найбільше переміщення столу і шліфувальної бабки, мм: поздовжнє поперечне вертикальне	 320 160 200
Найбільші розміри шліфувального круга, мм: зовнішній діаметр висота внутрішній діаметр	 200 25 32
Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об / хв	35
Швидкість поздовжнього переміщення стола (безступінчасте регулювання), м / хв	2-25
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	 1310 1150 1550
Маса, кг	1000

6.4 Обгрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для операції 025:

а) Вибір верстатного пристрою

Вибір верстатного пристрою залежить безпосередньо від розмірів деталі, проставлених технічних вимог, типу верстата і методу базування. В даному випадку деталь базується і закріплюється в гідравлічному трикулачковому патроні ∅254 мм з посадкою шпинделя А2-6 і з кулачками НЈ серії по ГОСТ 2675-80 з подальшим перехватом деталі контр шпинделем – гідравлічним

трикулачковим патроном ∅210 мм з посадкою шпинделя А2-5. Дані пристрої використовуються при базовій комплектації токарно-револьверного центру HAAS DS-30SSY.

б) Вибір різального інструменту

Вибір різального інструменту залежить від способів обробки поверхонь, режимів різання, матеріалу заготовки та її стану, марки мастильно-охолоджувальної рідини, габариту верстата.

Різальний інструмент:

РІ1: Різець токарний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95 °, задній кут пластинки 0°, лівий, перетином НХВ = 25х25 мм, довжиною 150 мм. Матеріал пластинки – сплав ТТ8135, по [10].

Позначення: Різець PCLNL 2525-M12 ТТ8135.

Даним різцем здійснюється напівчистове і чистове точіння поверхонь 1, 2, 3 та 4.

РІ2: Різець токарний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, лівий, перетином НХВ = 25х25 мм, довжиною 150 мм. Матеріал пластинки – сплав ТТ8125. Позначення: Різець PCLNL 2525-M12 ТТ8125. Даним різцем здійснюється оздоблювальне точіння поверхні 2.

РІ3: Різець токарний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, перетином НХВ = 25х25 мм, довжиною 150 мм. Матеріал пластинки – сплав ТТ8135. Позначення: Різець PCLNR 2525-M12 ТТ8135. Даним різцем здійснюється напівчистове і чистове точіння поверхонь 5 та 6.

РІ4: Різець токарний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, перетином НХВ = 25х25 мм, довжиною 150 мм. Матеріал пластинки – сплав ТТ8125. Позначення: Різець PCLNR 2525-M12 ТТ8125. Даним різцем здійснюється оздоблювальне точіння поверхні 6.

РІ5: Різець токарний розточний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, діаметр державки 25мм, довжиною 250 мм. Матеріал пластинки – сплав ТТ8135. Позначення: Різець S25S TCLNR 12-Z ТТ8135. Даним різцем здійснюється напівчистове і чистове розточування поверхонь 7 та 8.

РІ6: Різець токарний розточний з механічним кріпленням твердосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучої кромкою 12,9 мм і кутом в плані 95°, задній кут пластинки 0°, правий, діаметр державки 25 мм, довжиною 250 мм. Матеріал пластинки – сплав марки ТТ8125. Позначення: Різець S25S TCLNR 12-Z ТТ8125. Даним різцем здійснюється оздоблювальне розточування поверхні 7.

РІ7: Фреза кінцева з циліндричним хвостовиком нормальної точності, діаметром d = 8 мм, тип 1, праворіжуча, виконання А, Кількість зубів – 4.

Позначення: Фреза CFM 4080M ТТ5525.

Допоміжний інструмент:

Радіальний базовий блок, форма В2, коротке виконання, для зовнішньої обробки, діаметром хвостовика державки 40 мм, для установки різця з призматичним хвостовиком, висотою 25 мм. Позначення: Блок В2-40х25 ГОСТ 24900-81.

Блок для встановлення розточних різців, форма Е2, коротке виконання, для внутрішньої обробки, діаметром хвостовика державки 40 мм, для установки різця

з циліндричним хвостовиком, діаметром 25 мм. Позначення: Блок Е2-40х25 ГОСТ24900-81.

Опорна пластина BAX CN12;

Цанговий патрон SK40-2/20-70 ER32 DIN 69871 AD/B;

в) Вибір вимірювального інструменту

Вимірювальний інструмент вибирається з урахуванням операційних розмірів, їх точності та трудомісткості вимірювання заготовки а також типу виробництва. Для умов середньосерійного виробництва та квалітетів точності розмірів у межах 6–14 можна використати калібр-скобу – скоба 8113-0157 ГОСТ 18360-93. Також необхідне використання мікрометра – мікрометр МК ГОСТ 6507-90 та штангенциркуля ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Контроль шорсткості поверхонь виконується за допомогою зразків шорсткості згідно з ГОСТ 9378-93.

Контроль внутрішньої конусної поверхні та фаски відбувається за допомогою кутоміра ГОСТ 5378-88.

Для операції 055:

а) Вибір верстатного пристрою

Тип верстатного пристрою – плита магнітна, підбирається згідно з розмірами заготовки. Оскільки найбільший діаметр заготовки ∅90 мм, то обираємо плиту з розмірами ширини на довжину 100х250 (для одночасного оброблення кількох заготовок). Позначення: плита магнітна з ручним перемиканням 7208-0001 ГОСТ 16528-87.

б) Вибір різального інструменту

Вибір різального інструменту залежить від способів обробки поверхонь, режимів різання (чорновий, чистовий), матеріалу заготовки та її стану, марки мастильно охолоджувальної рідини, габариту верстата.

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг вибираємо по [11].

Встановлюємо характеристику круга [11, с.169, карта 14].

Для параметра шорсткості поверхні Ra = 0,8 мкм, штампувальної сталі рекомендується характеристика 14А, 15А50СМ2-7К, приймаємо 15А50СМ2–7К.

У характеристиці прийняті:

– матеріал абразивних зерен – електрокорунд нормальний 15А;

– зернистість шліфувального зерна – 50;

– твердість – см2 (середньо-м'яка);

– структура – 7 (середня);

– зв'язка – К2 (керамічна).

У використовуваних нормативах не наведено деякі елементи характеристики шліфувального круга, передбачені діючими стандартами. Встановлюємо їх по [12, с.348, малюнок 143]:

– індекс зернистості – П (при зернистості 50 зміст основних фракцій 50%);

– різновид прийнятої керамічної зв'язки – К2 (для електрокорундного круга);

– тип круга – ПП (плоский);

– клас круга – А;

– допустима швидкість обертання круга – 35 м / с.

Маркування повної характеристики круга: ПП 15А50ПСМ2-7К2А 35м / с.

Висоту круга ВК приймаємо, згідно з рекомендацією [10, с.300], що дорівнює 25 мм. Діаметр під оправлення d = 32 мм.

Маркування круга: ПП 200х25х32 15А50ПСМ2-7К2А 35м/с ГОСТ 2424-83.

Допоміжний інструмент: Оправка 32х25 ГОСТ 2270-78.

в) Вибір вимірювального інструменту

Вимірювальний інструмент вибирається з урахуванням розмірів, їх точності та трудомісткості вимірювання заготовки, типу виробництва. Для умов серійного

виробництва та квалітетів точності розмірів у межах 11–14 можна використати штангенциркуль з ціною поділки 0,1 мм та діапазону вимірювання розмірів 0–125 мм. Оскільки квалітет точності 10-тий, а допуск на розмір складає 0.1 мм, прийнятий вимірювальний інструмент – Мікрометр МК 25–50 ГОСТ 6507-90.

Контроль шорсткості поверхонь можна виконати за допомогою профілографа-профілометра згідно з ГОСТ 9405-85 (цеховий варіант виконання) або зразками шорсткості згідно з ГОСТ 9378-93.

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 025:

Розрахунки режимів різання спочатку проводимо для токарної обробки а потім для фрезерної.

Для токарної обробки:

Подача при точінні назначається по [12, с.265]. Вибір подач залежить від :

– стадії обробки;

– виду поверхні;

– оброблюваного матеріалу;

– діаметру деталі;

– глибини різання.

Поправочні коефіцієнти для подач вибираємо по [13]:

Напівчистова стадія точіння:

K_{su}=1; K_{sp}=1; K_{sg}=1; K_{sh}=1; K_{sm}=1,15; K_{sy}=1,2; K_{sn}=1; K_{sq}=1; K_{sj}=1,1; K_{si}=1.

Чистова і оздоблювальна стадії точіння:

K_{sm}=1,15; K_{sy}=1,2; K_{sr}=1; K_{sk}=1; (для чистової), K_{sk}=0;85 (для оздоблювальної);

K_{sqk}=0;9.

Напівчистова стадія розточування:

K_{sm}=1,15; K_{sh}=1; K_{sl}=0,5; K_{sq}=1; K_{sd}=0,8; K_{sp}=1; K_{su}=1.

Чистова і оздоблювальна стадії розточування:

K_{sm}=1,15; K_{si}=0,5; K_{sr}=0.85; K_{sk}=1; (для чистової), K_{sk}=0;85 (для оздоблювальної);

K_{sqk}=0;9; K_{sd}=0,8.

Розрахунок подачі із врахуванням поправочних коефіцієнтів:

Напівчистова стадія:

$$S_{1.1}= 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,49=0,74 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.2}= 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,43=0,65 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.3}= S_{1.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{1.4}= S_{1.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{1.5}= 15 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,61=0,92 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.6}= S_{1.2} \text{ мм/об};$$

$$S_{1.7}= 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,48=0,22 \text{ мм/об};$$

$$S_{1.8}= S_{1.7} \text{ мм/об}.$$

Чистова стадія:

$$S_{2.1}= 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,22= 0,27 \text{ мм/об};$$

$$S_{2.2}= S_{2.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{2.3}= S_{2.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{2.5}= S_{2.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{2.6}= S_{2.1} \text{ мм/об};$$

$$S_{2.7}= 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,3=0,11 \text{ мм/об};$$

$$S_{2.8}= S_{2.7} \text{ мм/об};$$

Оздоблювальна стадія:

$$S_{3.2}= 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,06=0,063 \text{ мм/об};$$

$$S_{3.6}= S_{3.2} \text{ мм/об};$$

$$S_{3.7}= 1,15 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,22=0,065 \text{ мм/об};$$

Визначаємо швидкість головного руху різання, що допускається різцем по [12, с. 265].

Поправочні коефіцієнти для швидкості різання вибираємо по [12]:

$K_{vc}=1$; $K_{vo}=1$; $K_{vj}=1,1$; $K_{vm}=1,3$; $K_{vq}=1$; $K_{vt}=1$; $K_{vg}=1$. $K_{vu}=0,8$ (для оздоблювальної стадії);

Розрахунок швидкості різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

Напівчистова стадія:

$$V_{1.1}= 1,1 \cdot 1,3 \cdot 153 =219 \text{ м/хв};$$

$$V_{1.2}= V_{1.1} \text{ м/хв};$$

$$V_{1.3}= V_{1.1} \text{ м/хв};$$

$$V_{1.4}= V_{1.1} \text{ м/хв};$$

$$V_{1.5}= 1,1 \cdot 1,3 \cdot 140=200 \text{ м/хв};$$

$$V_{1.6}= 1,1 \cdot 1,3 \cdot 153=219 \text{ м/хв};$$

$$V_{1.7}= 1,1 \cdot 1,3 \cdot 228=326 \text{ м/хв};$$

$$V_{1.8}= V_{1.7} \text{ м/хв.}$$

Чистова стадія:

$$V_{2.1}= 1,1 \cdot 1,3 \cdot 265 =379 \text{ м/хв};$$

$$V_{2.2}= V_{2.1} ;$$

$$V_{2.3}= V_{2.1};$$

$$V_{2.5} = V_{2.1};$$

$$V_{2.6} = V_{2.1};$$

$$V_{2.7} = 1{,}1 \cdot 1{,}3 \cdot 300 = 429 \text{ м/хв};$$

$$V_{2.8} = V_{2.7}.$$

Оздоблювальна стадія:

$$V_{3.2} = 1{,}1 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}8 \cdot 487 = 557 \text{ м/хв};$$

$$V_{3.6} = V_{3.2};$$

$$V_{3.7} = V_{3.2}.$$

Фактичні оберти шпинделя визначаємо за формулою :

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \qquad (6.3)$$

Напівчистова стадія:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 219}{\pi \cdot 88} = 792 \text{ об/хв; за формулою (6.3);}$$

$$n_2 = 792 \text{ об/хв;}$$

$$n_3 = 741 \text{ об/хв;}$$

$$n_4 = 741 \text{ об/хв;}$$

$$n_5 = 677 \text{ об/хв;}$$

$$n_6 = 741 \text{ об/хв;}$$

$$n_7 = 2964 \text{ об/хв;}$$

$$n_8 = 2964 \text{ об/хв;}$$

Чистова стадія:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 379}{\pi \cdot 85{,}6} = 1409 \text{ об/хв; за формулою (6.3);}$$

n_2= 1409 об/хв;

n_3= 1283 об/хв;

n_5= 1283 об/хв;

n_6= 1322 об/хв;

n_7= 3306 об/хв;

n_8= 3306 об/хв;

Оздоблювальна стадія:

$n_2 = \frac{1000 \cdot 557}{\pi \cdot 84,7} = 2093$ об/хв; за формулою (6.3);

n_6= 1964 об/хв;

n_7= 4367 об/хв.

Потужність вибираємо по [12, с. 272].

Максимальна потужність на першій позиції= 4,6 кВт.

Максимальна потужність на другій позиції= 5,0 кВт.

Перевіряється, чи достатня потужність приводу верстата по залежності:

$$N_{рез.} \leq N_{шт.}. \quad (6.4)$$

За паспортними даними верстата мод. HAAS DS-30SSY (таблиця 6.5): максимальна потужність на шпинделі верстата 22,4 кВт – для головного шпинделя і 14,9 кВт – для контршпинделя.

Так, як умова (6.4) виповнилася (4,6 <22,4; 5,0 <14,9), то обробка можлива.

Всі розрахунки режимів різання заносимо в таблицю 6.7.

Таблиця 6.7 – Вибір режимів різання для токарної обробки на операцію 025

Елементи режимів різання			Глибина різання, t (мм)	Табл. подача, $S_{от}$ (мм/об)	Прийн. подача, $S_{о}$ (мм/об)	Табл. швид. різання $V_{т}$ (м/хв)	Відкор швид. різання, $V_{т}$ (м/хв)	Оберти шпинд. n (об/хв)	Хв. подача $S_{хв}$ (мм/хв)	Потуж. N, (кВт)
Стадія обробки	Напівчистова	1	0,8	0,49	0,74	153	219	792	586	4,6
		2	1,7+0,7	0,43	0,65	153	219	792	515	4,6
		3	0,8	0,49	0,74	153	219	741	548	4,6
		4	1	0,49	0,74	153	219	741	548	4,6
		5	0,6	0,61	0,92	140	200	677	623	5,0
		6	1,7+1,1	0,43	0,65	153	219	741	482	4,6
		7	1,3*5	0,48	0,22	228	326	2964	652	2,8
		8	1,3*5	0,48	0,22	228	326	2964	652	2,8
	Чистова	1	0,9+0,3	0,22	0,27	265	379	1409	380	–
		2	0,9	0,22	0,27	265	379	1409	380	–
		3	0,9+0,3	0,22	0,27	265	379	1283	346	–
		5	0,9+0,3	0,22	0,27	265	379	1283	346	–
		6	0,9	0,22	0,27	265	379	1322	357	–
		7	0,7	0,3	0,11	300	429	3306	364	–
		8	0,7	0,3	0,11	300	429	3306	364	–
	Оздоб.	2	0,3	0,06	0,063	487	557	2093	132	–
		6	0,3	0,06	0,063	487	557	1964	124	–
		7	0,3	0,22	0,065	487	557	4367	275	–

Переходимо до розрахунків режимів різання для фрезерної обробки:

Таблиця 6.8 – Вибір режимів різання для фрезерної обробки на операції 025

Оброблювана поверхня	Режими різання							
	Глибина різання t,мм	Число проходів і	Подача $S_{зуб}$, мм/зуб	Ширина фрезерування, В мм	Подача S_o, мм/об	Частота обертання n, об / хв	Потужність різання N, кВт	Швидкість різання Vр, м / хв
Паз 10Н7	5	2	0,05	8	0,15	560	0,18	14,1
Лиска L42	5	2	0,05	6	0,15	560	0,18	14,1

Подача на зуб при фрезеруванні назначається по [12, с.282].

$S_{зуб}$= 0,05 мм/зуб;

Подача при фрезеруванні визначається по формулі :

$$S_o = S_{зуб} \cdot z \qquad (6.5)$$

Підставляємо значення у формулу (5.3) та отримуємо:

$$S_o = 0{,}05 \cdot 4 = 0{,}2 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо швидкість головного руху різання, вибираємо по [12, с.282].
Поправочні коефіцієнти для швидкості різання вибираємо по [12, с. 286]:

K_{vo}=0,8; K_{NM}=0,9; K_{vm}=1,15; $K_{vи}$=1; $K_{vт}$=1; K_{vn}=1;

Розрахунок швидкості різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів:

$$V= 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 17 =14,1 \text{ м/хв};$$

Фактичні оберти фрези визначаємо за формулою :

$$n\text{ф} = \frac{1000V}{\pi \cdot d\text{ф}}$$

$$n\text{ф} = \frac{1000 \cdot 14,1}{\pi \cdot 8} = 560 \text{ об/хв}$$

Потужність при фрезеруванні вибираємо по [12, с.290].

Розрахунок режимів різання для операції 055:

Швидкість шліфувального круга V_k =35 м/с вибираємо по [12, с. 301].

Частота обертання шпинделя шліфувальної бабки визначається за формулою:

$$n_ш = \frac{1000 \cdot V_k \cdot 60}{\pi \cdot D_k} \quad (6.6)$$

де $D_к$ – діаметр шліфувального круга;

$$n_\text{ш} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{\pi \cdot 200} = 3342,25 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуючи до паспортних даних верстата, приймаємо: $n_ш$= 3340 $хв^{-1}$ (округлюється в меншу сторону);

Глибина шліфування t = 0,005 – 0,015 мм/подв. хід; Оскільки ціна поділки лімба тонкої вертикальної подачі дозволяє переміщення на 0,0005 мм, то приймаємо:

t = 0,010 мм/пдв. хід.

Поздовжня подача:

$$S = (0,2…0,3) \cdot B_к, \text{ мм/хід.}$$

де $B_к$ – висота круга, $B_к$ = 25 мм.

$$S = 0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ мм/хід.}$$

Швидкість поздовжнього ходу стола:

$$V_c = 5 – 65 \text{ м/хв}$$

З урахуванням паспортних даних (безступінчасте регулювання швидкості подовжнього ходу стола в межах 2 – 25 м/хв) приймаємо V_c=15 м/хв.

Перевірка достатності потужності верстата.

$$N_p = C_N \cdot V_c^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q,$$

де C_N – коефіцієнт, що враховує умови шліфування, C_N = 0,59;

x, y, r, q − показники степені, x = 0,8; y = 0,8; r = 1; q = 0;

V, t, S − елементи режиму різання;

d − діаметр шліфування, d = 90 мм.

$$N_p = 0,59 \cdot 15^1 \cdot 0,01^{0,8} \cdot 6,25^{0,8} \cdot 90^0 = 0,96 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі верстата:

$$N_ш = N_д \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де $N_д$ = 1,5 кВт; η = 0,8 – паспортні дані верстата.

$$N_ш = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ кВт.}$$

Оскільки $N_ш$ = 1,2 кВт > N_p = 0,96 кВт, то обробка можлива.

6.6 Технічне нормування операцій

Виконуємо технічне нормування операції 025 Для токарної обробки:

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_Д = T_{Д\,уст} + T_{Д\,оп} + T_{Д\,вим}, \quad (6.7)$$

де $T_{Д.уст}$ – час на установку і зняття деталі, по [13, с.60], : при установці деталі в трикулачковому патроні $T_{Д\,уст}$=0,15 хв.

$T_{Д.оп}$ – час пов'язаний з операцією, за [13, с.79], :$T_{Д.оп}$ = 0,5 хв;

$T_{Д.вим}$ – час на вимірювання, по [14, с.80], :$T_{Д.\,вим}$ = 1,2 хв.

Підставляємо значення у формулу:

$$T_Д = 0,15+0,5+1,2 = 1,45 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу ТПЗ визначається по [14, с.96], і складається з:

– часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого і допоміжного інструменту і пристосування: 9,5 хв;

– часу на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічної документації: 4,1 хв;

– часу на інструктаж майстра: 2,0 хв;

– часу на установку режимів роботи верстата: 2,55 хв;

– часу на налагодженя подачі СОЖ: 0,25 хв.

$$T_{ПЗ} = 9,5+4,1+2,0+2,55+0,25 = 18,4 \text{ хв.}$$

Переходимо до розрахунків основного часу:

Таблиця 6.9 – Час автоматичної роботи верстата по програмі для PI1.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	Sхв	To	Tмд
0–1	105	99	144,3	2000	–	0,07
1–2	70	0	70	586	0,12	–
2–3	0	1	1	2000	–	0,0005
3–4	61,1	0	61,1	2000	–	0,031
4–5	0	23	23	514	0,09	–
5–6	9,9	0	9,9	2000	–	0,005
6–7	0	2,5	2,5	2000	–	0,00125
7–8	9,9	0	9,9	548	0,018	–
8–9	0	2,5	2,5	514	0,01	–
9–10	8,9	22	23,7	2000	–	0,012
10–0	105	99	144,3	2000	–	0.07

Відповідно до таблиці 6.9:

$$\mathbf{\Sigma}T_{о}=0{,}24 \text{ хв.}$$

$$\mathbf{\Sigma}T_{мв}=0{,}19 \text{ хв.}$$

$$T_{ца}= T_{о}+T_{мв} \qquad (6.8)$$

$$T_{ца}= 0{,}24+0{,}19 = 0{,}43 \text{ хв.}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою:

$$S_{хв} = S_{о} \cdot n \qquad (6.9)$$

$$S_{хв1-2} = 0{,}74 \cdot 792 = 586 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв4-5} = 0{,}65 \cdot 792 = 514 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв7-8} = 0{,}74 \cdot 741 = 548 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв8-9} = 0{,}65 \cdot 792 = 514 \text{ мм/хв.}$$

Основний час визначається за формулою:

$$\text{То} = \frac{L}{S_{\text{хв}}} \cdot i \ , \qquad (6.10)$$

де L – довжина робочого ходу різця;

і – кількість проходів;

$$\text{Т}_{\text{о1}} = \frac{144{,}3}{2000} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о2}} = \frac{70}{586} = 0{,}12 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о3}} = \frac{1}{2000} = 0{,}0005 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о4}} = \frac{61{,}1}{2000} = 0{,}031 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о5}} = \frac{23}{514} \cdot 2 = 0{,}09 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о6}} = \frac{9{,}9}{2000} = 0{,}005 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о7}} = \frac{2{,}5}{2000} = 0{,}00125 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о8}} = \frac{9{,}9}{548} = 0{,}018 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о9}} = \frac{2{,}5}{514} \cdot 2 = 0{,}01 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о10}} = \frac{23{,}7}{2000} = 0{,}012 \text{ хв.}$$

$$\text{Т}_{\text{о11}} = \frac{144{,}3}{2000} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.10 – Час автоматичної роботи верстата по програмі для РІЗ.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	Sхв	To	Тмв
0–1	106	99	145	2000	–	0,07
1–2	61	0	61	622,8	0,1	–
2–3	0	1	1	2000	–	0,0005
3–4	59,5	0	59,5	2000	–	0,031
4–5	0	10,4	10,4	481,7	0,022	–
5–6	1,5	0,4	1,55	2000	–	0,0008
6–7	0	10	10	2000	–	0,005
7–8	2,6	0	2,6	2000	–	0,0013
8–9	10,4	0	10,4	481,7	0,022	–
9–0	108,6	108,4	153,4	2000	–	0,08

Відповідно до таблиці 6.10:

$$\mathbf{\Sigma}T_{о}=0{,}144 \text{ хв.}$$

$$\mathbf{\Sigma}T_{мв}=0{,}189 \text{ хв.}$$

$$T_{ца}= 0{,}144+ 0{,}189 = 0{,}333 \text{ хв. (за формулою (6.8))}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою (6.9)

$$S_{хв1-2} = 0{,}92 \cdot 677 = 622{,}8 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв4-5} = 0{,}65 \cdot 741 = 481{,}7 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв8-9} = 0{,}65 \cdot 741 = 481{,}7 \text{ мм/хв.}$$

Основний час визначаємо за формулою (6.10)

$$T_{о1} = \frac{145}{2000} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

$$T_{о2} = \frac{61}{622{,}8} = 0{,}1 \text{хв.}$$

$$T_{o3} = \frac{1}{2000} = 0{,}0005 \text{ хв.}$$

$$T_{o4} = \frac{59{,}5}{2000} = 0{,}031 \text{ хв.}$$

$$T_{o5} = \frac{10{,}4}{481{,}7} = 0{,}022 \text{ хв.}$$

$$T_{o6} = \frac{1{,}55}{2000} = 0{,}0008 \text{ хв.}$$

$$T_{o7} = \frac{10}{2000} = 0{,}005 \text{ хв.}$$

$$T_{o8} = \frac{2{,}6}{2000} = 0{,}0013 \text{ хв.}$$

$$T_{o9} = \frac{10{,}4}{481{,}7} = 0{,}022 \text{ хв.}$$

$$T_{o10} = \frac{153{,}4}{2000} = 0{,}08 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.11 – Час автоматичної роботи верстата по програмі для РІЗ.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	Sхв	To	Tмв
0–1	105	100	145	2000	–	0,07
1–2	62	0	62	346,4	0,18	–
2–3	0	1	1	2000	–	0,0005
3–4	57,4	0	57,4	2000	–	0,028
4–5	0	10	10	356,9	0,03	–
5–6	4,6	1	4,7	2000	–	0,002
6–0	105	108	150,6	2000	–	0,075

Відповідно до таблиці 6.11:

ΣT_o=0,21 хв.

$\Sigma T_{мв}$=0,175 хв.

$T_{ца}$= 0,21+0,175=0,385 хв. (за формулою (6.8))

Хвилинну подачу визначаємо за формулою (6.9)

$$S_{хв1-2} = 0{,}27 \cdot 1283 = 346{,}4 \text{ мм/хв.}$$

$$S_{хв4-5} = 0{,}27 \cdot 1322 = 356{,}9 \text{ мм/хв.}$$

Основний час визначаємо за формулою (6.10)

$$T_{о1} = \frac{145}{2000} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

$$T_{о2} = \frac{62}{346{,}4} = 0{,}18 \text{ хв.}$$

$$T_{о3} = \frac{1}{2000} = 0{,}0005 \text{ хв.}$$

$$T_{о4} = \frac{57{,}4}{2000} = 0{,}028 \text{ хв.}$$

$$T_{о5} = \frac{10}{356{,}9} \cdot 2 = 0{,}03 \text{ хв.}$$

$$T_{о6} = \frac{4{,}7}{2000} = 0{,}002 \text{ хв.}$$

$$T_{о7} = \frac{150{,}6}{2000} = 0{,}075 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.12 – Час автоматичної роботи верстата по програмі для PI4.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	Sхв	To	Тмв
0–1	110,02	98	147,3	2000	–	0,07
1–2	0	11	11	123,7	0,09	–
2–3	4,02	1	4,14	2000	–	0,002
3–0	106	108	151,3	2000	–	0,075

Відповідно до таблиці 6.12:

$$\Sigma T_о = 0{,}09 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_{мв}=0{,}147 \text{ хв.}$$

$$T_{ца}= 0{,}09+0{,}147=0{,}156 \text{ хв. (за формулою (6.8))}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою (6.9)

$$S_{хв1-2} = 0{,}063 \cdot 1964 = 123{,}7 \text{ мм/хв.}$$

Основний час визначаємо за формулою (6.10)

$$T_{о1} = \frac{147{,}3}{2000} = 0{,}07 \text{ хв.}$$

$$T_{о2} = \frac{11}{123{,}7} = 0{,}09 \text{ хв.}$$

$$T_{о3} = \frac{4{,}14}{2000} = 0{,}002 \text{ хв.}$$

$$T_{о4} = \frac{151{,}3}{2000} = 0{,}075 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.13 – Час автоматичної роботи верстата по програмі для РІ6.

Ділянка траєкторії	X	Z	L	Sхв	To	Tмв
0–1	158,2	124	201	2000	–	0,1
1–2	0	9	9	283,9	0,032	–
2–3	5,8	0	5,8	2000	–	0,003
3–0	164	133	211,2	2000	–	0,11

Відповідно до таблиці 6.13:

$$\Sigma T_{о}=0{,}032 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_{мв}=0{,}213 \text{ хв.}$$

$$T_{ца}= 0{,}032+0{,}213=0{,}245 \text{ хв. (за формулою (6.8))}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою (6.9)

$$S_{хв1-2} = 0{,}065 \cdot 4367 = 283{,}9 \text{ мм/хв.}$$

Основний час визначаємо за формулою (6.10)

$$T_{о1} = \frac{201}{2000} = 0{,}1 \text{ хв.}$$

$$T_{о2} = \frac{9}{283{,}9} = 0{,}032 \text{ хв.}$$

$$T_{о3} = \frac{5{,}8}{2000} = 0{,}003 \text{ хв.}$$

$$T_{о4} = \frac{211{,}2}{2000} = 0{,}11 \text{ хв.}$$

Для фрезерної обробки основний час визначається за формулою:

$$To = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i \qquad (6.11)$$

Довжина робочого ходу для поверхні 10:

$$L_{рх} = (32+8) \cdot 2 = 80 \text{ мм.}$$

Довжина робочого ходу для поверхні 9:

$$L_{рх} = 33+8 = 41 \text{ мм.}$$

Визначаємо основний час за формулою (6.11):

$$T_{о1} = \frac{80}{0{,}2 \cdot 560} \cdot 2 = 1{,}42 \text{ хв.}$$

$$T_{о1} = \frac{41}{0{,}2 \cdot 560} \cdot 2 = 0{,}73 \text{ хв.}$$

$$T_{осум} = 1{,}42 + 0{,}73 = 2{,}15 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час операції по формулі:

$$T_{ДОД} = T_{ОБС} + T_{ПЕР}, \qquad (6.12)$$

де $T_{ОБС}$ – час на обслуговування робочого місця, по [14, с.223], $T_{ОБС}$ = 6 хв;

$T_{ПЕР}$ – час на перерви та відпочинок, по [14, с.236], $T_{ПЕР}$ = 4 хв.

$$T_{ДОД} = 6 + 4 = 10 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{ОП} = T_{О} + T_{Д}, \quad (6.13)$$

$$T_{ОП} = 4{,}44 + 1{,}45 = 5{,}89 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучного часу за формулою:

$$T_{ШТ} = T_{ОП} + T_{Д} \quad (6.14)$$

$$T_{ШТ} = 5{,}89 + 1{,}45 = 7{,}34 \text{ хв.}$$

Проводимо розрахунок норм часу для операції 055:

Допоміжний час визначаємо за формулою (6.7), в яку підставляємо наступні значення:

$T_{Д.уст}$ = 0,40 хв, по [14, с.91];

$T_{Д.оп}$ = 0,17 хв, по [14, с.186];

$T_{Двим}$ = 0,15 хв, по [14, с.206].

$$T_{Д} = 0{,}40 + 0{,}17 + 0{,}15 = 0{,}72 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину підготовчо-заключного часу, який складається з:

– часу на налагодження верстата, інструмента і пристосувань – 6,5 хв;

– часу на додаткові прийоми – 1,3 хв;

– часу на одержання інструмента і пристосувань до початку і здачу їх після закінчення роботи – 7 хв, по [14, с.251].

$$T_{ПЗ} = 6{,}5 + 1{,}3 + 7 = 14{,}8 \text{ хв.}$$

Основний час при плоскому шліфуванні визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{H \cdot L \cdot h}{1000 \cdot V_c \cdot S \cdot t \cdot g} \cdot K \qquad (6.15)$$

де Н – переміщення шліфувального круга в напрямку поперечної подачі, мм;

L – величина ходу столу, мм;

h – припуск на сторону, мм;

V_c – швидкість руху столу, м/хв.;

g – кількість заготовок, що шліфуються одночасно.

К – коефіцієнт виходу; К = 1,4 – при чистовому шліфуванні;

$$H = B_з + B_к + 5, \text{ мм}$$

де $B_з$ – ширина поверхні, що обробляється кругом, мм;

$B_к$ – ширина шліфувального круга, мм;

$$L = l + (10…15), \text{ мм}$$

де l – сумарна довжина заготовок, встановлених на столі, мм.

$$H = 84 + 25 + 5 = 114 \text{ мм};$$

$$L = (87 \cdot 2) + 10 = 184 \text{ мм}.$$

Підставляємо значення у формулу (6.15):

$$T_o = \frac{114 \cdot 184 \cdot 0{,}2}{1000 \cdot 15 \cdot 6{,}25 \cdot 0{,}010 \cdot 2} \cdot 1{,}4 = 3{,}13 \text{ хв}$$

Додатковий час визначаємо по формулі (6.12), підставивши в неї наступні значення:

$T_{ОБС}$ = 3 хв, по [14, с.227];

$T_{ПЕР}$ = 7 хв, по [14, с.236].

$$T_{ДОД} = 3 + 7 = 10 \text{ хв}$$

Визначаємо оперативний час за формулою (6.13):

$$T_{ОП} = 3{,}13 + 0{,}72 = 3{,}85 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучного часу за формулою (6.14):

$$T_{ШТ} = 3{,}85 + 0{,}72 = 4{,}57 \text{ хв.}$$

Число деталей у партії визначаємо по формулі:

$$n_{ШТ} = \frac{T_{ЗМ} - T_{П.З.}}{T_{ШТ}}$$

де Тзм = 8·60 = 480 хв. тривалість зміни;

$$n_{шт} = \frac{480 - 14{,}8}{4{,}57} = 101 \text{ шт.}$$

Розрахунок технічної (штучно-калькуляційної) норми часу виконуємо по формулі:

$$T_{Ш.К.} = T_{О} + T_{Д} + T_{ДОД} + \frac{T_{П.З.}}{n_{ШТ}}$$

$$T_{Ш.К.} = 3{,}13 + 0{,}72 + 10 + \frac{14{,}8}{101} = 14 \text{ хв.}$$

7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Обгрунтування вибору верстатного пристрою.

Згідно з завданням необхідно спроектувати спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення заготовки на першій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК.

На першій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК виконується обточування зовнішньої циліндричної поверхні заготовки в розмір ∅84,4 мм, підрізання торців L34 та L24 і точіння фаски 1х45°.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції рекомендую замість ручного затиску використовувати пневматичний.

Використання верстатних пристроїв з механічним приводом сприяє:

- підвищенню продуктивності обробки;
- підвищенню точності оброблення;
- розширенню технічних можливостей обладнання;
- підвищення безпеки праці;
- використання робочих нижчої кваліфікації;
- введення багатоверстатного обслуговування та вивільнення працівників;
- полегшення умов праці.

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

Аналіз технологічного процесу виготовлення деталі показав, що на момент реалізації токарної обробки на першій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК заготовка представлена сукупністю поверхонь, які мають просту форму (плоскі торцеві поверхні, циліндричні зовнішні поверхні, циліндричний отвір). Усі зазначені поверхні на цей час мають однакову якість, що визначено технологічним процесом отримання вихідної заготовки – поковки штампованої на КГШП. З урахуванням сказаного, на роль технологічної бази перш за все

претендують поверхня торця ∅94, та зовнішня циліндрична поверхня ∅94, які є достатньо розвиненими та зручними з точки зору технічної реалізації.

Точність розмірів.

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри:

$T_{\varnothing 94}$ = 1600 мкм;

T_{94} = 1400 мкм;

Такі допуски виникають через те, що деталь приходить на дану операцію після штамповки на КГШП без попередньої механічної обробки.

Точність форми.

Похибка форми отвору ∅94 характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не зазначено в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у відсотковій залежності від допуску на розмір:

$T_{\varnothing 94} = 0{,}3 \cdot 1600 = 480$ мкм

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$T_{\varnothing 94}$ = 400 мкм, що відповідає 14 ступеню точності [15, с. 110].

Похибка форми торця ∅94 характеризується відхиленням від площинності.

Оскільки допуск площинності не зазначений, отже він входить до складу допуску на номінальний розмір.

Розраховуємо значення допуску площинності:

$T_{\varnothing 90} = 0{,}6 \cdot 1600 = 840$ мкм

Беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$T_{\varnothing 90}$= 800 мкм, що відповідає 16 ступеню точності [15, с. 107].

Точність розташування.

Розглянемо можливі похибки радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні ∅94 мм а також торця заготовки ∅90.

$T_{\varnothing 90} = 0{,}6 \cdot 1600 = 960$ мкм,

У відповідності до стандартного ряду підбираємо найближче значення:

$T_{\varnothing 90} = 1000$ мкм, дане значення відповідає 14 ступеню точності.

Для торця ∅90:

$T_{\varnothing 90} = 0{,}6 \cdot 1400 = 840$ мкм,

У відповідності до стандартного ряду підбираємо найближче значення:

$T_{\varnothing 90} = 800$ мкм, що відповідає 15 ступеню точності.

Шорсткість.

Шорсткість поверхонь заготовки, що отримана в наслідок поковки на КГШП має такі значення:

Для ∅94 вона становить Ra = 12,5 мкм.

Для торця ∅94 вона становить Ra = 12,5 мкм.

Розробка та обгрунтування схеми базування.

Як уже було зазначено раніше, на роль технологічної бази перш за все претендують поверхня торця ∅94, та зовнішня циліндрична поверхня ∅94, які є достатньо розвиненими та зручними з точки зору технічної реалізації, крім того, застосування цієї поверхні як базової не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь. Для деталі типу короткий циліндр, при базуванні, рекомендується використання подвійної опорної бази.

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

– установча, лівий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі X і обертань навколо осей Z і Y;

– подвійна опорна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей Z і Y.

Схему базування і закріплення заготовки показано на рисунку 7.1.

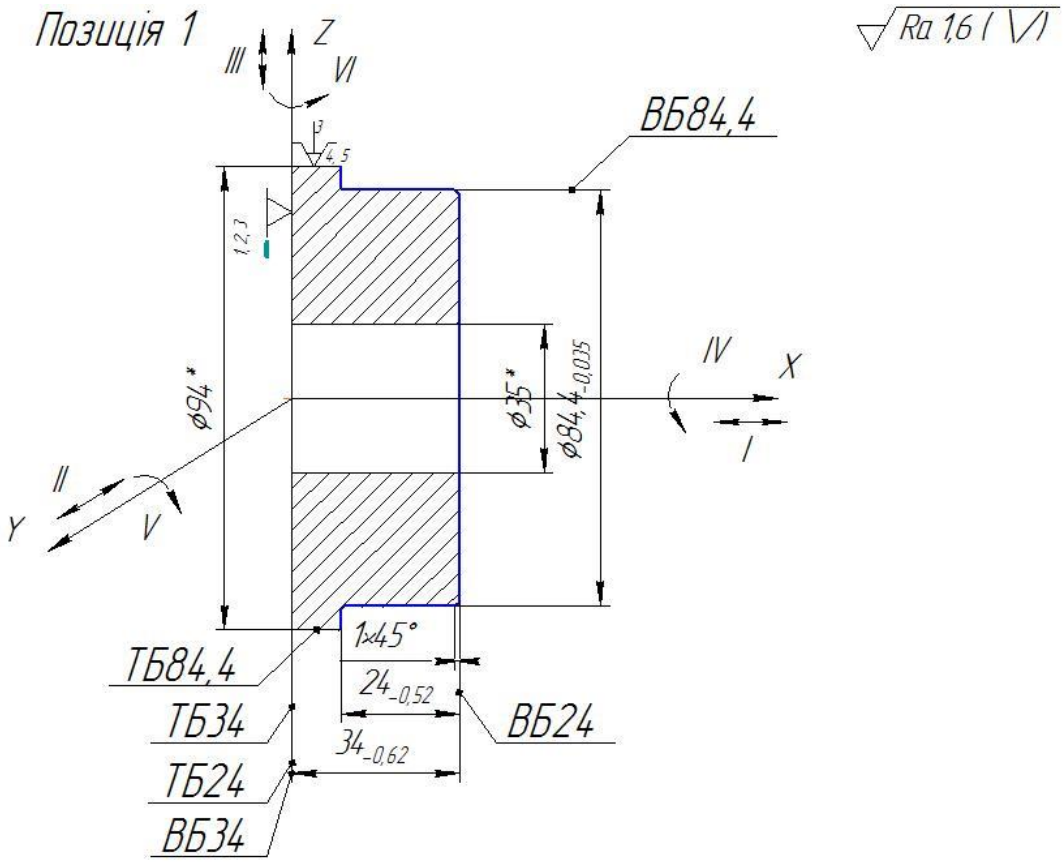


Рисунок 7.1 – Схема базування та закріплення заготовки

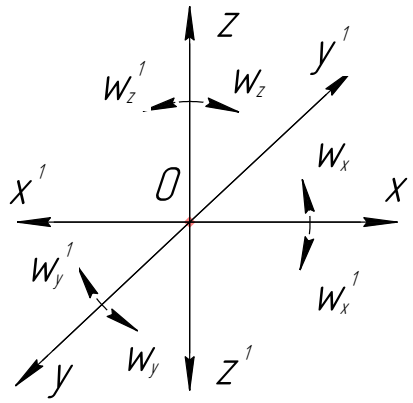


Рисунок 7.2 – Схема однобічних зв’язків, що покладають на заготовку

Таблиця 7.1 – Індекси та номери зв’язків

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

Альтернативною схемою базування можна вважати ту ж схему, що була представлена вище, але із заміною поверхні базування, яка відповідала за подвійну опорну базу. Замінюємо зовнішню циліндричну поверхню ∅90, на внутрішню циліндричну поверхню ∅35. Дана схема приведена на рисунку 7.3.

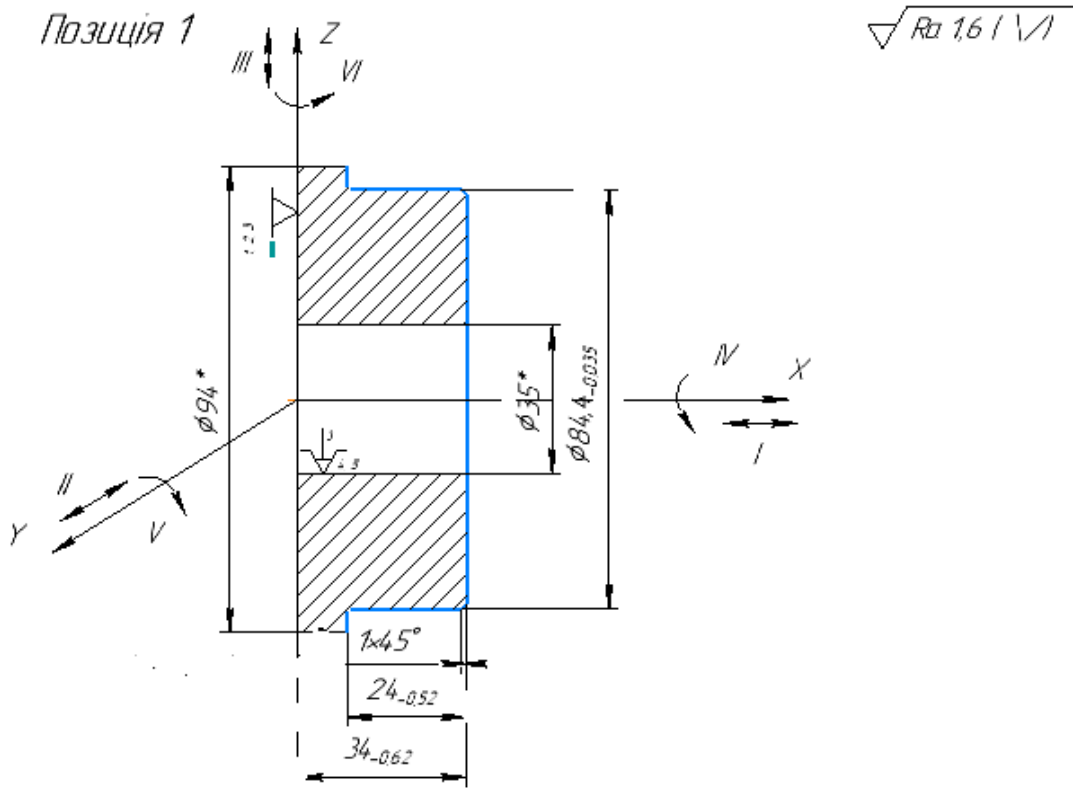


Рисунок 7.3 – Альтернативна схема базування заготовки

Оскільки поверхні, які розглядаються в якості базових (∅90 та ∅35) попередньо не оброблені та мають однакові допуски 1600 мкм, та однакову шорсткість, то схема базування, яку зображено на рисунку 7.1 є більш актуальною, по відношенню до схеми на рисунку 7.3. Це пояснюється тим, що в

першу чергу дана схема базування забезпечує дотримання соосності діаметрів ∅84,4 та ∅94 (за який проводиться закріплення в трикулачковий патрон).

По-друге – на другій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК відбувається перезакріплення заготовки контршпинделем, де в якості базової поверхні виступає зовнішній циліндр ∅84,4 і відбувається обробка попередньої базової поверхні ∅94, а отже така схема базування позволяє нам зменшити можливість виникання додаткових похибок базування, биття та форми.

По-третє – пропонована схема базування забезпечує дотримання точності операційних розмірів:

Для лінійного розміру $34_{-0,62}$ похибка базування відсутня ($Єб_{34}=0$), тому що технологічна та вимірювальна бази (лівий торець заготовки, див. рисунок 7.1) співпадають. Таким чином пропонована схема базування забезпечує точність розміру l34.

Для лінійного розміру $24_{-0,52}$ технологічна база (лівий торець заготовки, див. рисунок 7.1) та вимірювальна база (правий торець заготовки) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($Єб_{24}\neq0$). У зв'язку з тим що розмір l24 формується на одному установі з розміром l34, значення похибки базування $Єб_{24}$ нівелюється, тобто точність розміру l24 також забезпечується запропонованою схемою базування.

Для діаметрального розміру $∅84,4_{-0.035}$ технологічна база (зовнішня циліндрична поверхня ∅94, див рисунок 7.1) та вимірювальна база (зовнішня циліндрична поверхня ∅84,4) не співпадають: похибка базування не дорівнює нулю ($Єб_{84,4}\neq0$). Але у зв'язку із використанням токарного самоцентруючого трикулачкового патрона похибка базування на розміри, вказані в радіальному напрямі, дорівнює нулю ($Єб_{84,4}=0$). Точність розміру ∅84,4 забезпечується запропонованою схемою базування.

Розрахунок сил закріплення.

Для визначення взаємного впливу поля збурюючих та поля зрівноважуючих сил будуємо графічну модель збурюючих та зрівноважувальних сил (рисунок 7.4) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

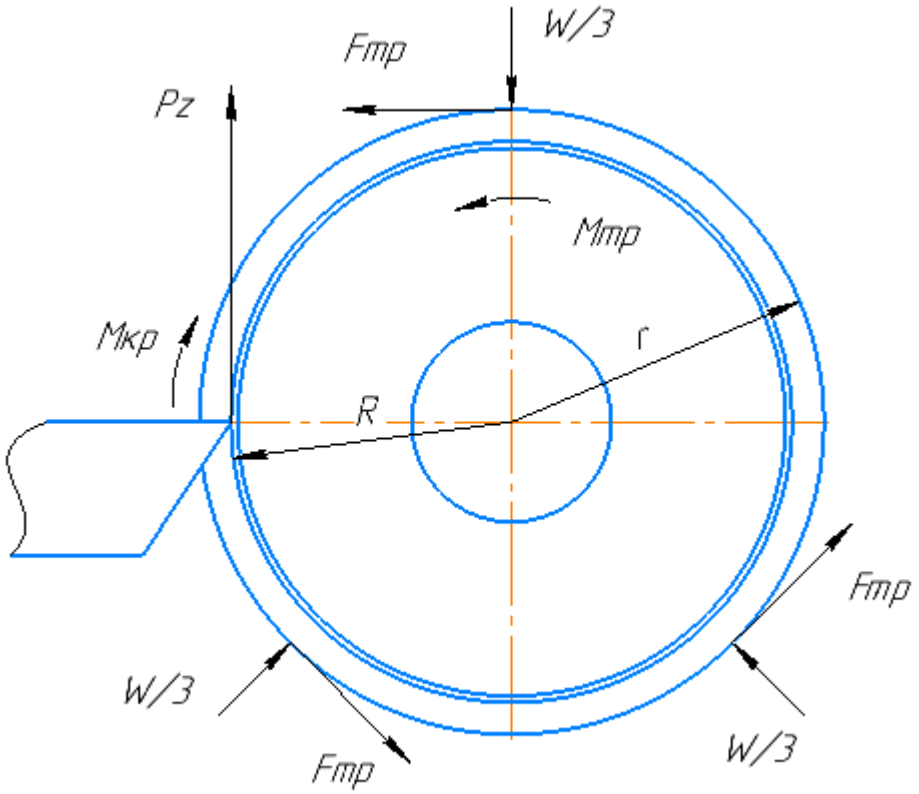


Рисунок 7.4 – Структура поля збурювальних та зрівноважувальних сил

З рисунку 7.4 бачимо, з боку процесу різання на заготовку діятиме тангенціальна складова сили різання (точіння) P_z, яка утворює момент різання $M_{кр}$, що у свою чергу сприяє провороту заготовки за годинниковою стрілкою.

З іншого боку, з боку кулачків токарного патрону, на заготовку діятиме сила закріплення W, яка утворює момент тертя $M_{тр}$, що спричиняє опір моменту різання $M_{кр}$, та діє проти годинникової стрілки.

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

Таблиця 7.2 – Однобічні зв’язки

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

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

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot k_{зап}$$

де $M_{тр}$ – момент тертя;

$M_{кр}$ – момент різання;

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

де r – радіус закріплення заготовки, r= 47мм;

$F_{тр}$ – сила тертя;

$$F_{тр}= W \cdot f, \qquad (7.2)$$

де W – сила закріплення;

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

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

$$M_{кр}=P_з \cdot R, \qquad (7.3)$$

де $P_з$ – сила закріплення;

R – радіус поверхні різання R= 42,2 мм;

Коефіцієнт запасу розраховується по формулі:

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

де k_0 – коефіцієнт гарантованого запасу , k_0=1,5;

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

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

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

k_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії k_4=1;

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

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

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

Спираючись на попередні формули, отримуємо:

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

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

де P_z – сила різання ;

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

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

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

$$W = \frac{Pz \cdot R \cdot kзап}{f \cdot r}, \qquad (7.6)$$

$$W = \frac{932{,}8 \cdot 42{,}2 \cdot 2{,}5}{0{,}2 \cdot 47} = 10469{,}2 \ \text{(Н)}.$$

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

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

де: W – сила закріплення;

i_c – передаточне відношення сил, що залежить від кута α ,при α=15˚ i_c=1,9.

$$Q = \frac{10469{,}2}{1{,}9} = 5510{,}1 \ \text{(Н)}.$$

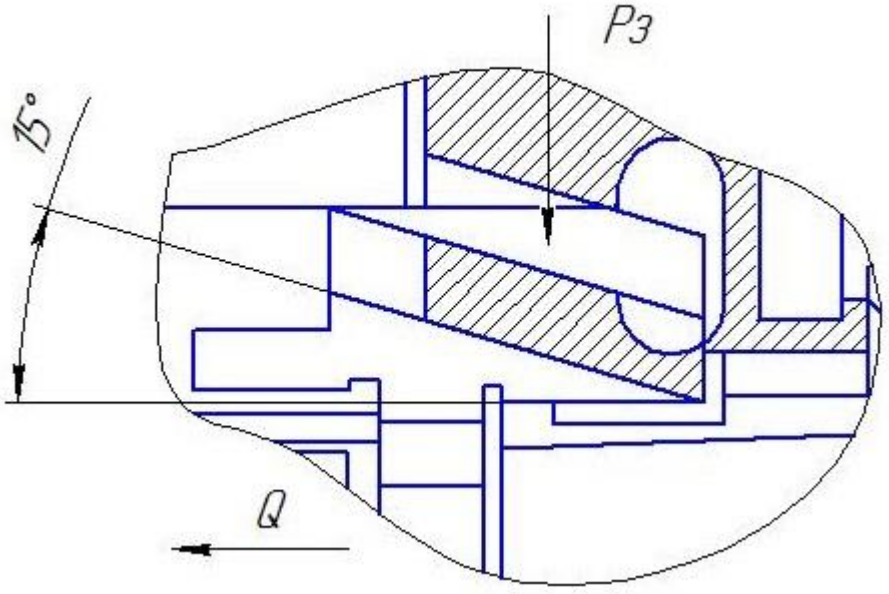


Рисунок 7.5 – Сили, що виникають в приводі

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

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

де: Q – сила на штоці, Q= 5510,1 Н;

d – діаметр штока, d=56 мм;

D – діаметр пневмоциліндра (поршня);

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

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

Спираючись на попередню формулу, отримуємо формулу розрахунку діаметра поршня:

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5510{,}1}{0{,}4 \cdot \pi \cdot 0{,}85} + 56^2} = 154{,}1 \text{ мм}.$$

Беремо найближчий більший стандартний діаметр пневмоциліндра двосторонньої дії $D_ф$= 160 мм.

Визначаємо фактичну силу закріплення: $W_ф = W_{розр}$= 10469,2 Н.

Визначаємо фактичну силу на штоці:

$$Q_ф = \frac{\pi \cdot (160^2 - 56^2) \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}85}{4} = 5998{,}7 \text{ (Н)}.$$

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

Точнісні розрахунки пристрою.

Розглянемо приклад розрахунку проектованого токарного патрону, який використовується для базування та закріплення деталі матриця на першій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК.

Визначимо розрахункові параметри, які в найбільшій мірі впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі.

У нашому випадку до розрахункових параметрів слід віднести точність взаємного розташування основних і допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме радіальне биття робочої поверхні кулачка патрону відносно посадкової циліндричної поверхні патрону, яким останній встановлюється на шпиндель верстата.

Ці параметри є однорідними з похибками, що обумовлені на кресленні деталі як найбільш жорсткі допуски на взаємне розміщення поверхонь, тобто радіальне биття оброблюваної поверхні ∅84,4h7.

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою [16, с.26]:

$$\text{Е}_{\text{пр}} = \text{Т}_{\nearrow \emptyset 84,4} - \text{К}_{\text{т}} \cdot ((\text{К}_{\text{т}_1} \cdot \varepsilon_{\nearrow \emptyset 84,4})^2 + \varepsilon^2_{\text{з}\,\emptyset 84,4} + \varepsilon^2_{\text{у}\,\emptyset 84,4} + \varepsilon^2_{n\,\emptyset 84,4} + \varepsilon^2_{\text{і}\,\emptyset 84,4} + (\text{К}_{\text{т}_2} \cdot \omega_{\emptyset 84,4})^2 + \varepsilon^2_{n\text{оз}\,\emptyset 84,4})^{1/2}, \quad (7.7)$$

де: $\text{Т}_{\nearrow \emptyset 84,4}$= 0,3 ·0,035=0,012 мм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

$\text{К}_{\text{т}}$= 1,2 мкм – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$\text{К}_{\text{т}_1}$=0,85 мм – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\nearrow \emptyset 84,4}$= 0 – за рахунок використання самоцентруючого пристрою;

$\varepsilon^2_{з\,\emptyset 84,4}$= 0 – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється);

$\varepsilon^2_{у\,\emptyset 84,4}$=3 мкм – похибка установлення пристрою на верстаті;

$\varepsilon^2_{n\,\emptyset 84,4}$= 0 – похибка перекосу інструмента;

$\varepsilon^2_{і\,\emptyset 84,4}$= 0 – похибка, що виникає внаслідок зношування встановлювальних елементів пристрою;

$К_{Т_2}$= 0,6 мкм – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega_{\emptyset 84,4}$= 6 мкм – середня економічна точність обробки;

$\varepsilon^2_{поз\,\emptyset 84,4}$= 0 – похибка позиціонування (заготовка не повертається);

Підставляємо значення у формулу (7.7) та отримуємо:

$$Е_{пр} = 12 - 1{,}2\sqrt{9 + (0{,}6 \cdot 6)^2} = 6{,}37 \text{ мкм}.$$

З урахуванням стандартного ряду, беремо допуск радіального биття робочої поверхні кулачка $\varepsilon_{пр\nearrow} = 6$мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою технічну вимогу «допуск радіального биття робочої поверхні кулачка відносно посадкової циліндричної поверхні пристрою – не більше 6 мкм.

Опис пристрою та принципу його роботи.

На кресленні представлений токарний трикулачковий пневматичний патрон двосторонньої дії з клиновим центруючим механізмом. Дане пристосування призначене для автоматизації затиску деталі на токарних верстатах. Специфікацію проєктованого пристрою приведено в додатку Г пояснювальної записки.

В радіальних пазах корпусу 6 патрона переміщується три кулачка 7, з рифленою поверхнею яких сполучаються змінні накладні кулачки 13. Гвинти 19 і сухарі 14 слугують для закріплення накладних кулачків після їх перестановки в

процесі наладки патрона. Рухома в отворі корпусу муфта 9, для зв’язку з кулачками, має три пази з кутом нахилу 15˚ і приводиться в рух від штока приводу. При осьовому переміщенні муфти кулачки отримують радіальне переміщення і затискають або звільняють заготовку. Передаточне відношення переміщення клинового механізму 1:3,7. Форма клинового сполучення дозволяє легко виймати й замінювати кулачки. Для цього в муфті 9 передбачено шестигранний отвір для ключа. При повороті муфти проти годинникової стрілки на кут 15˚ кулачки виводять із зачеплення і виймають. В робочому положенні муфта утримується штифтом 10, який одночасно слугує упором, що обмежує поворот муфти при зміні кулачків. Пружинні штифти 3 утримують кулачки від випадання, коли вони виведені із зачеплення з муфтою. Втулка 1 оберігає патрон від проникнення в нього бруду і стружки. Одночасно її конусний отвір використовується для установки напрямних втулок, упорів і тому подібного.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було внесено такі зміни у базовий технологічний процес:

1. Токарно-гвинторізна, токарна з ЧПК та вертикально–фрезерна операції із базового технологічного процесу були об’єднані в одну операцію комплексну (багатоцільову) на обробних центрах з ЧПК. Операція виконується на обробному центрі HAAS DS-30SSY. Різці з напайними пластинами було замінено на різці з механічним кріпленням багатогранних непереточуваних пластинок. Концентрація операцій сприяє зменшенню кількості установок, скороченню тривалості виробничого циклу, скороченню штучного часу на обробку, збільшенню точності деталі та зниженню кількості робітників та можливість використання робітників нижчого розряду;

2. Було замінено матеріал ріжучого інструменту на операціях на більш сучасні аналоги;

3. Верстати, що використовувались в базовому технологічного процесі було замінено сучасними аналогами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Маш. інформ [Електронний ресурс]: Автомати листоштампувальні – технічна характеристика преса моделі АГ6230 – режим доступу: https://mashinform.ru/kpo/avtomaty/ag6230-01.shtml.

2. Марочник сталей та сплавів. 2-ге вид., дод. І випр. / А. С. Зубченко, М.М. Колосків, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А.С. Зубченко – М: Машинобудування, 2003. – 784 с.

3. **Добриднєв, І. С.** Курсове проектування на уроках «Технологія машинобудування»: Навч. посібник для технікумів за спеціальністю "Обробка металів різанням". - М: Машинобудування, 1985. – 184 с.

4. Проектування та виробництво заготовок у машинобудуванні: Навч. посібник / П. А. Руденко, Ю. О. Харламов, В.М. Плескач / За заг. ред. В.М. Піскача. – К.: Вища шк., 1991. – 247 с.

5. ГОСТ 7505-89 Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски та ковальські напуски».

6. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А. Г. Косилової та Р.К. Мещерякова. – 4-те вид., перероб. та дод. – М: Машинобудування, 1985. 656 с.

7. **Кирилюк, Ю. Є.** Допуски та посадки: Довідник. 2-ге видання, перероб. та дод. – К.: Вища шк. Головне видавництво, 1989. – 135.

8. HAAS Automation, Inc [Електронний ресурс]: Обробний центр HAAS DS-30SSY. Технічна характеристика, – режим доступу: https://www.haascnc.com/ru/machines/lathes/dual-spindle/models/ds-30y.html.

9. Маш. інформ [Електронний ресурс]: Плоскошліфувальні верстати, технічна характеристика верстата моделі 3Е710В-1, – режим доступу: https://mashinform.ru/shlifovalnye-stanki/37/3e710v-1.shtml.

10. TaeguTec Cutting Tools [Електронний ресурс]: Точіння ISO, – режим доступу: https://www.imc-companies.com/taegutec/ttkcatalog/Applications.aspx?mapp=IS.

11. Обробка металів різанням: Довідник технолога/О.О. Панов, В.В. Анікін, Н.Г. Бойм та ін; За заг. ред. А.А. Панова. - М: Машинобудування. 1988. – 736 с., іл.;

12. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т. 2/ За ред. А. Г. Косилової та Р. К. Мещерякова. – 4-те вид., перероб. та дод. – М: Машинобудування, 1986. – 496 с.

13. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт на металорізальних верстатах. Частина 1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточувальні, свердлильні, стругальні, довбані та фрезерні верстати. Вид. 2-ге. – М: Машинобудування, 1974. – 406 с.

14. Загальномашинобудівні нормативи часу допоміжного, на обслуговування робочого місця та підготовчо-заключного для технічного нормування верстатних робіт. Серійне виробництво. Вид. 2-ге, уточн. та дод. - М: Машинобудування, 1974. – 411 с.

15. **Гжиров Р.І.** Короткий довідник конструктора: Довідник-Л: Машинобудування, Ленінгр. вид-ня, 1983. – 464 с.

16. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

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

ДОДАТОК А

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Створення безпечних умов праці на виробництві було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю держави є людина – це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого, по [17].

Безпека людини – це поняття, що відображає саму суть людського життя, її ментальні, соціальні і духовні надбання. Безпека людини є невід'ємною складовою характеристики стратегічного напряму людства, що визначений ООН як «сталий людський розвиток», такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою ураження електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та

інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні та індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

– нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;

– нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;

– засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів , заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

– охоронні;

– запобіжні;

– блокуючі;

– сигналізуючі;

– системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);

– індивідуальні захисні засоби (ЗІЗ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

– створення оптимальних умов для трудової діяльності

– максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту.

Захисні пристрої – це засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин. Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновидів устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Стаціонарні огорожі демонтуються лише періодично. Вони виконуються так, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки робочого. Такі огорожі можуть бути повними, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковою, коли ізолюється лише небезпечна частина машини.

Рухома огорожа закриває доступ в робочу зону при настанні небезпечного моменту (особливо поширено у верстатобудуванні).

Переносні огорожі використовуються при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також від механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювачів.

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу.

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій.

Сигналізуючи пристрої – це засоби інформації про роботу технологічного устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають. За призначенням системи сигналізації діляться на оперативні; попереджуючі; пізнавальні..

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести опізнавальне забарвлення трубопроводів, електропроводів і знаки безпеки.

Трубопроводи фарбують в наступні кольори: вода – зелений; пара – червоний; повітря – синій; горючі і негорючі гази - жовтий; кислоти – оранжевий; луж – фіолетовий, горючі рідини – коричневий; інші речовини – сірий.

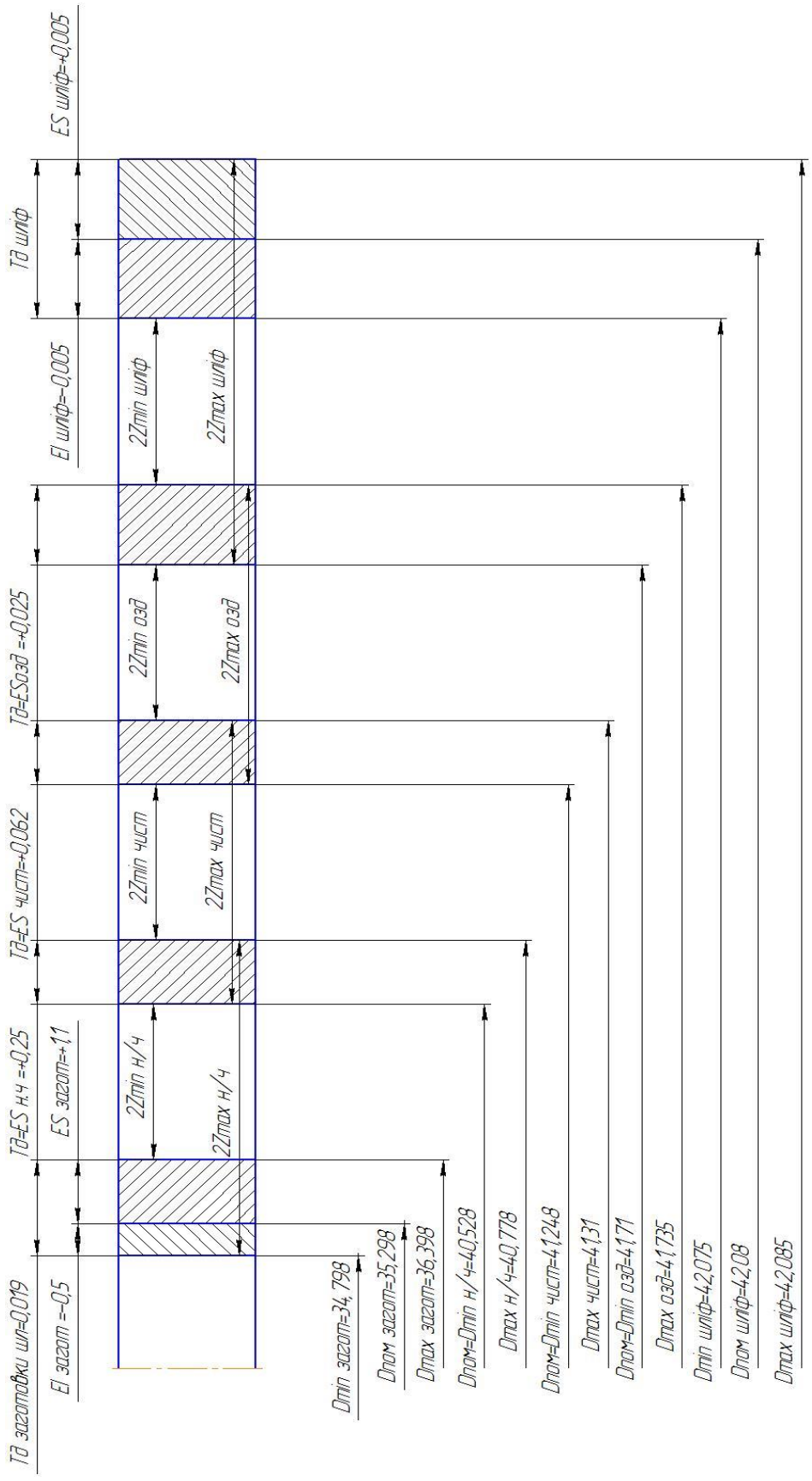
Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів: чорний – для провідників в силових ланцюгах; червоний – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму; синій – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму; зелено-жовтий (двобарвний) – для провідників в ланцюгах заземлення; блакитний – для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад: що забороняють (не включати – працюють люди; наскрізний проїзд заборонений); застережливі (стій – напруга; не влізай – уб'є; небезпечний поворот); що вирішують (працювати тут); вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: ізолюючі костюми; засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.); спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.); спецвзуття (черевики, чоботи і ін.);засоби захисту голови (каски, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.

ДОДАТОК Б

Схема розташування припусків і допусків для розміру ∅42,08±0,005



ДОДАТОК В

Розрахунок припусків по програмі для розміру ∅42,08±0,005

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1
СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ 31.05.2022

Расчет выполнен для Клок Я.В. группа - ТМ-81-0
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:
обрабатываемая поверхность - внутренняя цилиндрическая ф 42.08 +0.005
-0.005

Наименование перехода или операциии маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Предельные отклонения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шерохо-ватость Rz(i-1)	дефект слой h(i-1)	простр отклон p(i-1)	погрешность базир Eб(i)	погрешность закр. Eз(i)
Поковка штампованная	ГОСТ 7505-89	+1.10 -0.50	160	200	1700	-	-
Polychistovay	квалитет 12	+0.25 0	45	45	85	120	120
Chistovay	квалитет 9	+0.062 0	40	40	68	120	100
Otdelochnay	квалитет 7	+0.025 0	30	30	51	100	100
Shlfovay	квалитет 5	+0.005 -0.005	-	-	-	100	100

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчет-ный размер, мм	расчет-ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями		предельный размер		припуск, мкм		
мини	расч.					мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.
-	-	35.298	35.298	35.298	+1.10 -0.50	34.798	36.398	-	-	-
4125	5850	40.528	40.528	40.528	+0.25 0	40.528	40.778	4130	5900	5980
464	700	41.248	41.248	41.248	+0.062 0	41.248	41.310	470	782	782
400	487	41.710	41.710	41.710	+0.025 0	41.710	41.735	400	487	487
340	375	42.080	42.080	42.080	+0.005 -0.005	42.075	42.085	340	375	375

К О Н Е Ц Р А С Ч Е Т А

ДОДАТОК Г

Специфікація лист 1 до верстатного пристрою (операція 025 багатоцільова)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Замітки
				Документація		
A1			ТМ 20510109-07-00.00 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		29	ТМ 20510109-07-01.00	Пневмокамера	1	
				Деталі		
		1	ТМ 20510109-07-00.01	Втулка	1	
		2	ТМ 20510109-07-00.02	Гвинт	1	
		3	ТМ 20510109-07-00.03	Пружинний штифт	3	
		4	ТМ 20510109-07-00.04	Гільза	1	
		5	ТМ 20510109-07-00.05	Обойма	1	
		6	ТМ 20510109-07-00.06	Корпус	1	
		7	ТМ 20510109-07-00.07	Кулачок	3	
		8	ТМ 20510109-07-00.08	Втулка	1	
		9	ТМ 20510109-07-00.09	Муфта	1	
		10	ТМ 20510109-07-00.10	Штифт	3	
		11	ТМ 20510109-07-00.11	Упор	3	
		12	ТМ 20510109-07-00.12	Підкладка	3	
		13	ТМ 20510109-07-00.13	Накладний кулачок	3	
		14	ТМ 20510109-07-00.14	Сухар	3	
		15	ТМ 20510109-07-00.15	Маточина	1	
		16	ТМ 20510109-07-00.16	Фланець	1	
		17	ТМ 20510109-07-00.17	Планка	3	
		18	ТМ 20510109-07-00.18	Стопор	3	
		19	ТМ 20510109-07-00.19	Гвинт	6	
		20	ТМ 20510109-07-00.20	Гвинт	3	

					ТМ 20510109-07-00.00
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	
Разраб.		Клок Я.В.			Патрон токарний з пневмоприводом
Пров.		Нещта А.О.			
Н. контр.					
Н. контр.		Свідлов А.В.			
Утв.					

Лит.	Лист	Листов
К Р Б	1	2
СумДУ гр. ТМ-81-0		

Специфікація лист 2 до верстатного пристрою (операція 025 багатоцільова)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Замітки
		21	ТМ 20510109-07-00.21	Гвинт	3	
		22	ТМ 20510109-07-00.22	Пружина	3	
		23	ТМ 20510109-07-00.23	Пружина	3	
		24	ТМ 20510109-07-00.24	Пружина	3	
				Стандартні вироби		
		25		Гвинт 7002-2519		
				ГОСТ 13152-67	1	
		26		Гвинт 7002-2538		
				ГОСТ 13152-67	1	
		27		Шайба 12.01.05		
				ГОСТ 6958-78	6	
		28		Шайба 16.01.05		
				ГОСТ 6958-78	3	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	ТМ 20510109-07-00.00	Лист 2