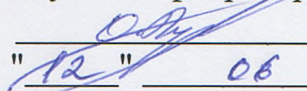


"Допущено до захисту"

Завідувач кафедри прикладної механіки

 Пузирьов О.Л.

"12" 06 2023 р.

Кваліфікаційна робота

НА ЗДОБУТТЯ СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ "БАКАЛАВР"
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 131 "ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА"

на тему:

"Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі
"Пята PVS90-01.101" для аксіально-поршневих машин
MFS90/PVH90.

Савенко Анна Василівна

Керівник кваліфікаційної роботи:

Пузирьов Олександр Леонідович, кандидат
технічних наук, завідувач кафедри прикладної
механіки

Роботу рекомендовано до захисту
на засіданні кафедри прикладної механіки
Протокол № 10 від " 9 " 06 2023р
Звідувач кафедри прикладної механіки

 Пузирьов О.Л.

Роботу захищено на засіданні ЕК
з оцінкою

добре / В / 86

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Протокол № 6 від "13" 06 2023р.

Голова ЕК 

Завідувачу кафедри прикладної механіки
к.т.н. Пузирьову О.Л.
студента IV курсу групи ЗПМ-19
Савенко Анни Василівни

ЗАЯВА

Прошу затвердити тему кваліфікаційної роботи "Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі "Пята PVS90-01.101" для аксіально-поршневих машин MFS90/PVH90 та керівника Пузирьова Олександра Леонідовича кандидата технічних наук, завідувача кафедри прикладної механіки.

З графіком виконання кваліфікаційної роботи ознайоmlена
"02" лютого 2023 р.

"02" лютого 2023 р.

ПОГОДЖЕНО
Керівник кваліфікаційної роботи
Завідувач кафедри прикладної механіки
Пузирьов О.Л. "03" лютого 2023 р.

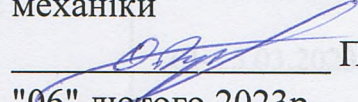
СХВАЛЕНО
Завідувач кафедри прикладної механіки
Пузирьов О.Л. "03" лютого 2023 р.

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ РОБЕРТА ЕЛЬВОРТИ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 131 "Прикладна механіка"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної
механіки


"06" лютого 2023р. Пузирьов О.Л.

ЗАВДАННЯ

для кваліфікаційної роботи студентіві
Савенко Анні Василівні

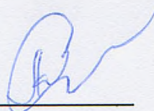
1. Тема роботи "Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі "Пята PVS90-01.101" для аксіально-поршневих машин MFS90/PVH90.
Керівник роботи Пузирьов Олександр Леонідович, к.т.н.
2. Строк подання роботи до захисту 06.06.2023-07.06.2023
3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі "Пята PVS90-01.101".
Річний обсяг випуску:45000 шт.
Техніко-економічні характеристики
використовуваного обладнання
4. Зміст розрахунково-пояснювальної: Загальні відомості про аксіально-поршневі машини, службове призначення та умови роботи деталі "пята". Технологічний розділ – вибір конструкційного матеріалу, його фізико-хімічні властивості, вибір і метод отримання заготовки, схеми базування, проектування технологічного маршруту обробки, вибір обладнання та різального інструменту, розрахунок режимів різання, розробка керуючої програми. Конструкторський розділ- проектування, опис і силовий розрахунок пристроїв.
5. Перелік графічного матеріалу: Креслення заготовки та її 3-D моделі; креслення деталі; креслення патрона KFD-HS; креслення патрон цанговий KZZT-A, креслення цанги та її 3-D моделі; креслення технологічного пристрою упор.

Дата видачі завдання:06 лютого 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

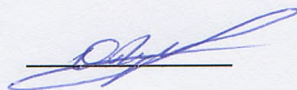
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Складання плану виконання роботи	06-10.02.2023	виконано
2.	Підбір та вивчення літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи	10-15.02.2023	виконано
3.	Підготовка та подання науковому керівнику: - першого розділу - другого розділу - третього розділу - четвертого розділу - п'ятого розділу - вступу та висновків	01-15.03.2023 17-28.04.2023 02-16.05.2023 18-24.05.2023 25.05.-01.06.2023 01-02.06.2023	виконано виконано виконано виконано виконано виконано
4.	Подання робочого варіанту роботи керівнику	03.06.2023	виконано
5.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	03-05.06.2023	виконано
6.	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	06-07.06.2023	виконано
7.	Рецензування роботи. Підготовка документів, що подаються до ЕК (листи, довідки, інформаційний листок, висновок-виписка, опубліковані статті). Нормо-контроль секретаря ЕК	07-09.06.2023	виконано
8.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту.	12.06.2023	виконано
9.	Подання роботи та супровідних документів до ЕК	14.06.2023	виконано
10.	Захист роботи	23.06.2023	

Студент



Савенко А.В.

Керівник роботи



Пузирьов О.Л.

АНОТАЦІЯ

Савенко А.В. Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі "Пята PVS90-01.101" для аксіально-поршневих машин MFS90/PVN90. – Кваліфікаційна робота зі спеціальності 131 «Прикладна механіка». – Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті, Кропивницький, 2023.

В кваліфікаційній роботі наведено технологічне підготовлення виробництва, виготовлення деталі "Пята PVS90-01.101" з використанням сучасного верстата з числовим програмним керуванням EMCO Huperturn 45. Данна кваліфікаційна робота містить п'ять розділів загальним обсягом 68 аркушів. В роботі використано дванадцять таблиць, чотирнадцять рисунків, використано дев'ять літературних джерел та сім додатків.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в тому, щоб перевести обробку деталі "Пята PVS90-01.101" на сучасне обладнання, з використанням новітнього різального інструменту та устаткування, збільшення обсягів виробництва деталі та зменшення її собівартості, а також зменшення витрат виробництва.

Основними результатами кваліфікаційної роботи є досягнення наступних техніко-економічних показників: зниження собівартості деталі, зниження трудомісткості виготовлення деталі, підвищення продуктивності праці, а також отримати зменшені терміни окупності капітальних витрат.

Зміст

Вступ	1
1. Основні відомості про підприємство ПрАТ "Гідросила АПМ"	2
1.1. Загальні відомості про аксіально-поршневі машини (АПМ).	3
2. Технологічний розділ	6
2.1. Службове призначення та умови роботи деталі пята в АПМ	6
2.2. Вибір конструкційного матеріалу, його фізико-хімічні властивості	8
2.3. Визначення типу виробництва	9
2.4. Аналіз деталі на технологічність конструкції	11
2.5. Схеми базування	12
2.6. Вибір і метод отримання заготовки	13
2.7. Проектування технологічного маршруту обробки	14
2.8. Вибір обладнання та різального інструменту	16
2.9. Розрахунок режимів різання	24
2.10. Розробка керуючої програми	31
3. Конструкторський розділ	43
3.1. Розроблення і розрахунок конструкції верстатних пристроїв	43
3.2. Розрахунок похибки установки в трьохкулачковий патрон	47
3.3. Розрахунок похибки установки в цанговому патроні	49
4. Економічний розділ	50
4.1. Визначення вартості основних матеріалів	50
4.2. Визначення фонду заробітної плати робітників і інших витрат	50
4.3. Розрахунок загальновиробничих витрат	52
4.4. Розрахунок повної собівартості (калькуляція)	56
4.5. Розрахунок економічної ефективності.	56
5. Охорона праці	58
5.1. Обов'язки роботодавця щодо безпечних і нешкідливих умов праці.	58
5.2. Організація режиму праці та відпочинку на підприємстві.	59
5.3. Види інструктажів, розробка інструкцій та ведення документації.	59
Висновок	60
Список використаної літератури	61
Додаток А	62

Додаток Б	63
Додаток В	64
Додаток Г	66
Додаток Д	66
Додаток Ж	67
Додаток З	68

Вступ

Машинобудування в промисловості є основною галуззю. Оскільки машинобудування забезпечує господарство машинами, обладнанням, приладами та іншою технікою, то данна галузь визначає в господарстві науковий, технічний прогрес, а також продуктивність праці. В машинобудуванні чорні метали є основним конструкційним матеріалом. Водночас чорні метали у машинобудуванні все частіше замінюють кольоровими, насамперед легкими (алюміній), а також композитними (матеріали з металів, пластмас, кераміки) і пластмаси.

Щоб виконувати різні технологічні, конструкторські завдання, та виконувати проектування, виготовлення деталей відповідно до міжнародних стандартів вимог використовують машинобудівні технології.

Сучасне машинобудування беззупинно розвивається, що проглядається в заміні обладнання на більш технологічне, точне, заміна «ручних» верстатів на верстати з ЧПК, що підвищує продуктивність і точність продукції яка випускається, також це дає змогу оптимізації і удосконалення механізмів, машин, приладів.

Для того щоб знайти раціональні і оптимальні рішення для наукових задач і питань у сфері машинобудування, а також удосконалювати технологічні процеси використовують сучасне програмне забезпечення.

У зв'язку з тим, що в сучасному машинобудуванні постійно збільшуються вимоги до якості продукції, зростає номенклатура виготовляємих виробів, а також збільшується технологічна та виробнича обробка дивних. Технолог повинен на більш високому рівні виконувати свої професійні обов'язки, за менший проміжок часу. Це в свою чергу призводить до необхідності автоматизації роботи технолога і необхідності розвитку технології машинобудування.

1. Основні відомості про машинобудівне підприємство ПрАТ «Гідросила АПМ».

ПрАТ «Гідросила АПМ» є світовим виробником аксіально-поршневих гідромашин. Продукція, що випускається підприємством за своїми параметрами і технічним виконанням відповідає чи перевершує рівень провідних світових виробників аналогічних продуктів. Збут продукції ПрАТ «Гідросила АПМ» здійснюється ТД «Гідросила», котрий в свою чергу є ідеологом розвитку продуктового ряду. Управління на підприємстві здійснюється на основі стратегічного менеджменту. В галузі управління підприємством і якістю продукції на підприємстві використовуються MRP II, 6 SIGMA, ISO 9001, гемба кайдзен, 5S, бережливе виробництво, 14 принципів ДАО ТОЙОТА, ЛТ (включно канбан).

На підприємстві використовується принцип безперервної підготовки персоналу. Перевагу надається розміщенню виробництва за предметним принципом (орієнтованого на виріб). Інженерно-технічні, виробничі служби, а також служба управління якістю розташовуються в безпосередньому контакті з виробництвом. На заводі використовуються передові, перевірені, економічні та високовиробничі технології. Перевага надається переналагоджуваним верстатам з числовим програмним управлінням. Постійне зниження витрат і підвищення якості випускаємої продукції – одна з основних цілей підприємства. Пріоритетним ринком для підприємства є ринок країн СНГ, де частка ринку виміряного в натуральному виразі складає не менше 70 %. Важливішими ринками збуту для підприємства також є: Китай, країни Південно-Східної Азії і Південної Америки і країн Євросоюзу. Підприємство будує свої відносини з постачальником на довгостроковій основі, активно беручи участь з їх згоди в підвищенні якості випускаємої продукції.

Основною місією заводу є задоволення потреб ринку в гідроустаткуванні для мобільних машин і іншого обладнання шляхом їх розробки, виробництва з використанням високоефективних технологій, кваліфікаційного персоналу, ґрунтуючись на розвитку традицій підприємства в галузі новацій, якості,

культури виробництва та взаємовідносин між людьми. Сприяти створенню виробництва, просуванню машин, насичених гідроустаткуванням.



Рис.1 Підприємство ПрАТ «Гідросила АПМ».

На всіх підрозділах підприємства виконується повний цикл обробки деталей починаючи від заготовки до зборки вже готових деталей в виріб.

1.1. Загальні відомості про аксіально-поршневі машини (АПМ).

Аксіально-поршневі регульовані насоси з похилою шайбою призначені для об'ємних гідроприводів, працюючих по закритій схемі. Використовуються в гідроприводах руху мобільних машин – зернозбиральні та інші комбайни, гідроприводах технологічного обладнання – автобетонозмішувач, дорожні ущільнювачі та інші машини.

Подача насоса прямо пропорційна частоті обертання ротора до робочого об'єму, котрий регулюється шляхом зміни кута нахилу диску. Направлення потоку робочої рідини змінюється завдяки повороту нахиленого диску в протилежні сторони відносно його нейтрального положення.



Рис.1.1. Аксіально-поршневі машини (АПМ).

Модульне під'єднання гідророзподільника дозволяє приєднувати системи керування різних типів.

МН – гідромеханічна пропорційна система управління. Дозволяє утримувати нахилений диск в заданому ричагом управління положенні, підтримуючи тим самим подачу насоса на заданому рівні.

ER – електрогідравлічна 3-х позиційна система керування. Використовується для приводу по системі вкл.-викл.-вкл. Можливе постачання з регулюванням максимального робочого об'єму.

HD – гідравлічна пропорційна система керування. Дозволяє утримувати нахилений диск в заданому положенні за допомогою подачі керуючого гідравлічного сигналу. Використовується в машинах зі складним компонуванням чи потребуючих узгодження подачі насоса і технологічного обладнання.

EP- електрична пропорційна система управління. Забезпечує безступінчасту зміну робочого об'єму насоса- за рахунок сили току на двох пропорційних магнітах.

Аксіально-поршневі нерегульовані гідромотори з похилою шайбою призначені для закритих гідросистем, можуть використовувати для відкритих гідросистем. Частота обертання валу гідромотора прямо пропорційна витратам робочої рідини. Вихідний крутний момент прямо пропорційний перепаду тиску між гідро лініями напорними. Напрямок обертання валу залежить від в яке з двох отворів («А» або «В») подається високий тиск. Аксіальнопоршневі гідромотори МП мають відносно малі габаритні розміри. В них передбачена можливість модульного монтажу запобіжної гідроапаратури.

2. Технологічний розділ.

2.1. Службове призначення та умови роботи деталі пята PVS90.

Призначення деталі пята PVS90 полягає в тому, що вона використовується як опора для плунжера. В умовах роботи у вузлі аксіально-поршневої машини пята відчуває контактне напруження і навантажується опрокидуючим моментом.



Рис 2. Деталь "Пята PVS90-01.101"

В даній схемі передача момента плунжера працює на вигин і повинен розраховуватись на повний момент.

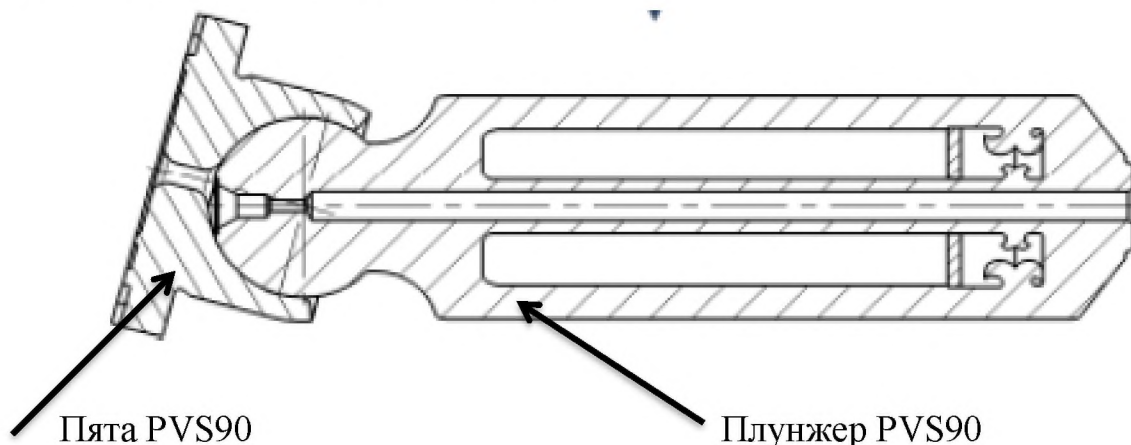


Рис.2.1. Плунжер з пятою PVS90.

Через канал в тілі плунжера здійснюється не тільки підведення мастила, а і здійснюється змащування шарнірного з'єднання сфери плунжера і сфери пята.

Пята відчуває контактне напруження, яке обумовлене тиском рідини на плунжер, який знаходиться в зоні високого тиску і досягається за рахунок гідростатичного розвантаження плунжера.

В п'яті використовується розвантажувальна канавка, яка знаходиться на контактній поверхні п'яти. Канавка застосовується для одночасного забезпечення необхідного розвантаження сил тиску рідини та збільшення контактної площі п'яти з похилою шайбою.

Наявність додаткового пояску не впливає на баланс сил, а служить опорою, що дозволяє знизити контактний тиск (напруження зминання).

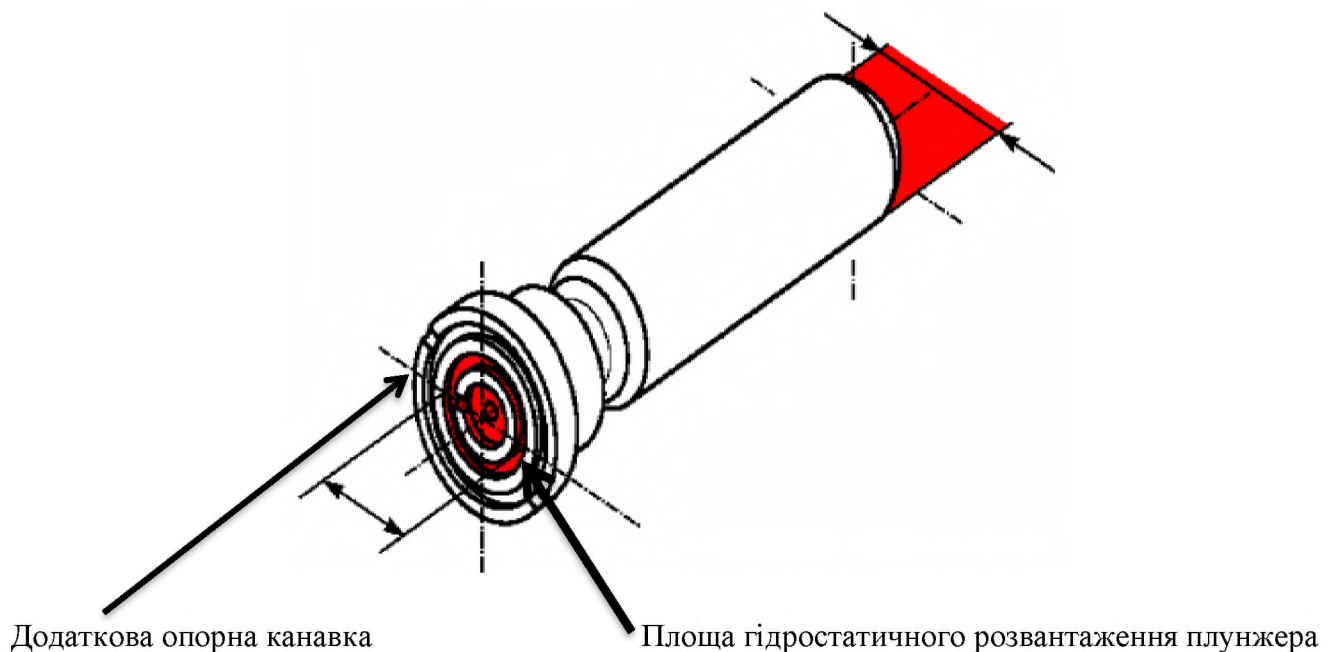


Рис.2.2. Гідростатичне розвантаження плунжера

При русі плунжера по площині похилої шайби, пята навантажується опрокидуючим моментом, обумовленим силою тертя. Цей момент прагне опрокинути п'яту в напрямку руху. Величина опрокидуючого момента прямо пропорційна прижимному зусиллю, яке діє на плунжер (тиск в робочій зоні). Сила тертя прагне розвернути п'яту відносно центру сфери плунжера, відстань якого від поверхні ковзання є плечем прикладання цієї сили.

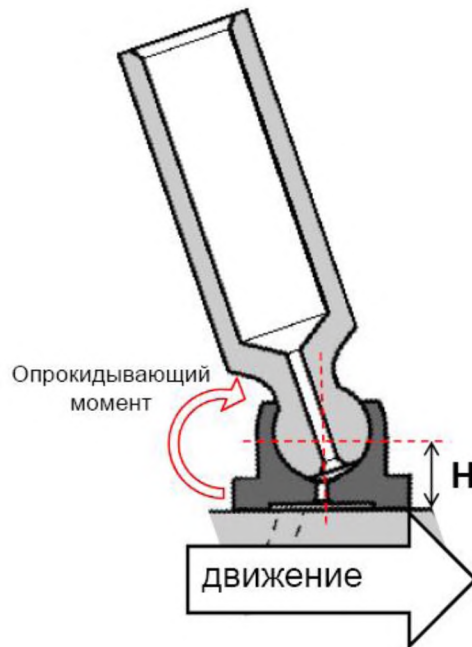


Рис.2.3. Момент опрокидывания пята.

При збільшенні кута нахилу похилої шайби і висоти розташування центра сфери плунжера, результуюча сил прикладених до ковзаючого плунжера може призвести до опрокидывання пята, що призводить до обмежування величини допустимого нахилу похилої шайби в даній кінематичній схемі.

2.2. Вибір конструкційного матеріалу, його фізико-хімічні властивості

Для даного виробу заготовку використовують з прутків пресованого круглого перерізу з латуні марки ЛМцСКА58-2-2-1-1. [8]

Таблиця 1. Хімічний склад латуні марки ЛМцСКА58-2-2-1-1, [8].

Масова доля, %										
Основні компоненти						Домішки, не більше				
мідь	марганець	свинець	алюміній	кремній	цинк	залізо	сурьма	вісмут	фосфор	всього
57,0-60,0	1,8-2,5	1,5-2,2	0,6-1,2	0,5-1,2	інше	0,6	0,005	0,002	0,01	1,1

Поверхня прутків повинна бути без тріщин і розшарувань. На поверхні допускаються мілкі вм'ятини, царапини, сліди правки та сліди зачистки, якщо вони не виводять прутки при контрольній зачистці за допустимі відхилення по діаметру.

В прутках не допускаються внутрішні дефекти у вигляді раковин, неметалічних включень. Прутки повинні бути рівно обрізані з обох сторін. Зріз повинен бути перпендикулярним до осі прутка. Прутки повинні бути виправлені. Максимальна кривизна прутків на 1 м довжини не повинна перевищувати значення, приведених в таблиці. [8].

Таблиця 2. Максимальна кривизна прутків [8].

Номінальний діаметр прутка	Кривизна на 1 м довжини, не більше
До 50 включ.	5 мм
З 50 до 120 включ.	6 мм
З 120	9 мм

Відхилення від форми поперечного перерізу допускається в межах допуску по діаметру. Твердість прутків по Бринелю повинна бути 120-170 НВ. [8].

2.3. Визначення типу виробництва.

Для того щоб вірно визначити тип виробництва згідно ДСТУ ГОСТ 3.1128-2014, ГОСТ 14.004-74, будемо використовувати нижче наведену формулу коефіцієнта закріплення операцій;

За формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{\sum_{j=1}^m PM'}$$

де: $\sum_{i=1}^n TO$ - кількість технологічних операцій,

$\sum_{j=1}^m PM'$ - кількість робочих місць, на яких використовуються різними технологічними операціями.

Оскільки на данному етапі розрахунків не можливо визначити скільки технологічних операцій і скільки РМ будуть використанні для виготовлення деталі "Пята", вище наведена формула не підходить для визначення типу виробництва.

Але на основі річного випуску деталі та маси деталі можливо визначити тип виробництва згідно нижче наведеної таблиці, розрахувавши розмір партії деталі.

Маса деталі $m=0,046$ кг, річний обсяг випуску- 45126 штук

Розмір партії деталей можна визначити по формулі

$$n = \frac{N \cdot t}{F}$$

де: N – значення річного об'єму випуску.

$t=6$ – кількість днів, для забезпечення запасу деталей;

$F=245$, робочі дні у році.

$$n = \frac{45126 \cdot 6}{245} = 1105 \text{ шт.}$$

Таблиця 3. Визначення типу виробництва. [9]

Тип виробництва	Розмір партії деталей, шт.		
	Легка маса (до 10 кг)	Середня маса (10... 30 кг)	Важка маса (більше 30 кг)
одиничний	до 100 шт	до 10 шт	1... 10 шт
малосерійний	101... 1000 шт	11... 500 шт	11... 50 шт
середньосерійний	1001... 10000 шт	501... 2500 шт	51... 200 шт
великосерійний	10001... 75000 шт	2501... 7500 шт	201... 500 шт

За таблицею визначаємо, що при розмірі партії 1105 шт, для деталі "Пята" тип виробництва - середньосерійний.

2.4. Аналіз деталі на технологічність конструкції.

За допомогою перевірки деталі на технологічність конструкції, забезпечуємо найбільш простіших технологічний процес обробки.

Перевірка деталі "Пята" на технологічність конструкції обумовлює сукупність факторів забезпечення необхідного рівня технологічності деталі "Пята" згідно з вихідними даними. Це все необхідно для того, щоб скоротити витрати, знизити час на виготовлення якісної деталі "Пята" та покращити продуктивність праці.

Оцінити деталь "Пята" на технологічність конструкції можливо за допомогою наступних способів: якісного та кількісного.

Якісний спосіб – це узагальнений метод перевірки деталі "Пята" на технологічність конструкції

Кількісний спосіб – це раціональний метод перевірки деталі "Пята", який проводиться за допомогою розрахунків і допомагає визначити показники які відбиваються на технологічності деталі.

Нетехнологічний спосіб – це метод за якого при виробництві деталей не застосовується існуюче обладнання, наявні різальні та вимірювальні інструменти.

Проаналізувавши креслення заготовки деталі «Пята», можна зробити висновок, що вона є технологічною. З креслення деталі "Пята" слідує, що данна деталь має лише прості поверхні для обробки, тому не потрібно використовувати складний і спеціальний різальний інструмент, форма деталі дозволяє використовувати жорткі та універсальні вимірювальні інструменти. Невелика маса і матеріал деталі "Пята" дозволяє використати високі режими різання. Трьохкулачковий і цанговий патрони, дозволяють забезпечити точне та надійне базування деталі "Пята" в процесі обробки.

Технологічний процес виготовлення деталі «Пята» будемо проектувати за умов багатомноменклатурного середньосерійного виробництва із використанням сучасного верстата з ЧПК EMCO Hyperturn 45.

Верстат з ЧПК EMCO Hyperturn 45 вирішує питання технологічності конструкції деталі "Пята", так як на даному верстаті є можливість виконувати обробку поверхонь різних форм, розмірів, заданою точністю, шорсткістю і т.д.

2.5. Схеми базування.

Початковими даними для вибору технологічних баз є креслення деталі і аналіз вузла в який входить деталь "Пята". Щоб забезпечити якісне виготовлення деталі "Пята" необхідно вірно обрати технологічні бази для обробки.

Якщо обрати невірні бази, тоді розташування усього різального інструменту буде хибним по відношенню до заготовки, і може призвести до швидкого зношування різального інструменту або його поломки, а також вплинути на якість виготовлення деталі "Пята".

Рис 2.4. Базування деталі в трьохкулачковому патроні.

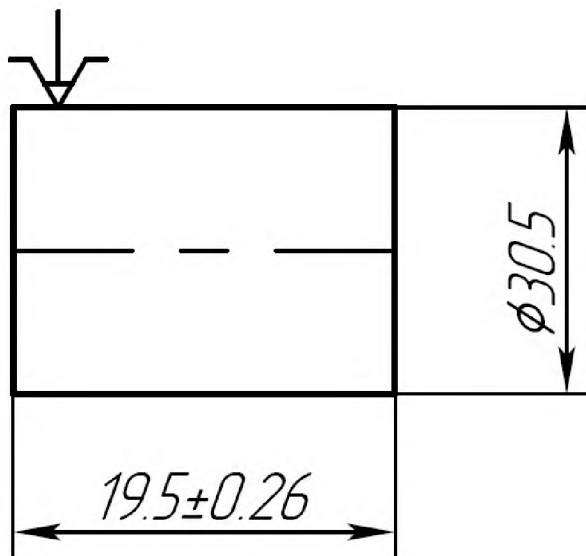
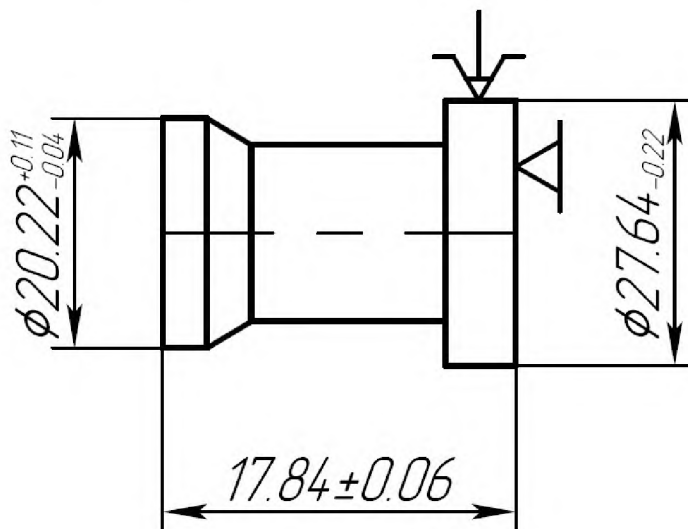


Рис.2.5. Базування деталі в цанговому патроні.



2.6. Вибір і метод отримання заготовки.

Під час вибору методу і виду отримання заготовки актуальним є розробка технологічного процесу виготовлення деталі. Це все впливає на величину припусків, на розміри зняття за один прохід шару металу при чорному і чистовому обробленні.

Заготовка – це деталь, до моменту впливу на неї різних видів обробки. Вірно вибрана заготовка дає можливість зменшити відходи матеріалів, зменшити загально виробничі витрати, а також витрати на енергоносії та робочої сили і т.і.

При використанні заготовки максимально наближеної форми до форми готової деталі, вказує на доцільність данного вибору.

Фундаментальними факторами, які впливають на вибір заготовки:

- Розміри та профіль виготовлюваної деталі;
- Вимоги до якості і точності отримання заготовки та поверхонь готової деталі;
- Конструкційні особливості та фізико-механічні властивості обраного матеріалу;
- Річний об'єм випуску готової деталі на виробництві.
- Особливості конструкції деталі та умови за яких вона працює у складальній одиниці.

Креслення деталі являється первинним документом при виборі заготовки. Також необхідно звернути увагу на технічні вимоги зазначені на кресленні деталі, масу та технічні умови, які пред'являються для виготовлюваної деталі.

Для отримання деталі «Пята» доцільно було обрати матеріал латунь ЛМцСКА58-2-2-1-1. [8].

Отже, для виготовлення деталі пята використовують прутки пресованого круглого перерізу з латуні марки ЛМцСКА58-2-2-1-1, які використовують для виготовлення деталей гідроприводу об'ємного та в інших галузях промисловості.

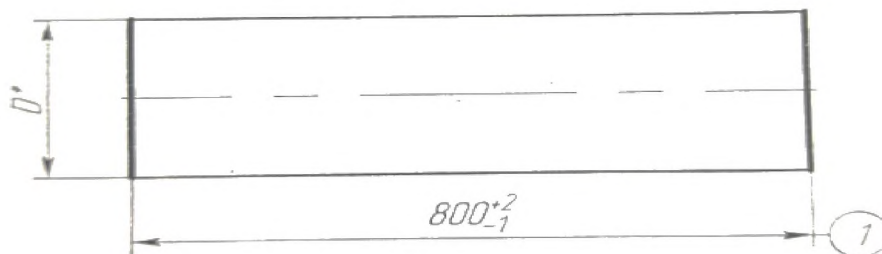


Рис 2.6. Пруток круглого перерізу.

D^* - діаметр 30,5 мм.

За довжиною прутки виготовляють немірної довжини. Від 0,5 до 3,0 метрів при діаметрі прутка до 80 мм. Допускається поставка прутків меншої довжини, але не коротших ніж 0,1 м в кількості не більше 10% від маси партії. [8].



Рис.2.7. Заготовка деталі "Пята" PVS90-01.101.

2.7. Проектування технологічного маршруту обробки.

У виробничому технологічному процесі, головним чином, дотримуються принципу етапності, і ми будемо робити те саме – дотримуватися послідовності операцій. У виробничому технологічному процесі використовується застаріле обладнання, таке як: токарно-револьверний верстат трауб, фрезерний з ЧПК LF250Ф3, алмазно-розточувальний EXCELLO. В проектному технологічному процесі механічної обробки "пяти" рекомендується застосовувати верстат з ЧПК –

EMCO Nuperturn 45, що усуне необхідність використовувати три верстати, перемішувати деталі між ними, а також зменшити кількість робітників з трьох на одного. Це підвищить продуктивність обробки і знизить собівартість.

Таблиця 4. Існуючий технологічний маршрут.

№ опер.	Найменування та зміст операції	Обладнання	Точність розмірів	Параметри шорсткості, Ra
005	Відрізна Відрізати штучну заготовку	SH3028	+2;-1	12,5
010	Термообробка Відпуск	Айхелин	140-190 НВ	
015	Автоматно-токарна Точити зовнішній контур, сферу, точити канавки, свердлити отвір, розточити центральну виточку.	Трауб ТВ-42	±0,04 ±0,04 ±0,11 ±0,11	6,3 6,3 6,3 6,3
017	Фрезерна с ЧПК Цекувати три виточки	LF250Ф3	±0,24	3,2
019	Алмазно-розточувальна Розточити сферу	Excello	+0,0076	0,63
020	Слюсарна Притупити гострі кромки	Верстак	-	притуплення по торцю 0,12max
025	Промивка Промити деталі	Simplex 271014	Не допускається бруд та жирні плями	
030	Обдувка Продути деталі, укласти в тару	Обдувочна камера	Поверхні сухі, чисті, без слідів м'якого розчину	
035	Комплектування Укласти в касету	Стіл для комплектування	Тара повинна бути сухою і чистою	
040	Контрольна Перевірити деталі згідно плану контролю.	Стіл контрольний	Відсоток контролю деталей, згідно плану контролю.	

Вдосконалений технологічний маршрут обробки поверхонь деталі «Пята» наведений в таблиці.

Таблиця 5. Вдосконалений технологічний маршрут.

№ опер.	Найменування та зміст операції	Обладнання	Точність розмірів	Параметри шорсткості, Ra
005	Відрізна Відрізати штучну заготовку	SH3028	+2;-1	12,5
010	Термообробка Відпуск	Айхелин	140-190 НВ	

№ опер.	Найменування та зміст операції	Обладнання	Точність розмірів	Параметри шорсткості, Ra
015	Токарная з ЧПК Підрізати торець, точити зовнішній контур, обробка торця, обробка з іншої сторони контура, обробка сфери	Emco Nuperturn 45	±0,11 ±0,11 ±0,04 ±0,04 +0,01	3,2 3,2 0,3 3,2 0,63
020	Слюсарна Притупити гострі кромки	Верстак	-	притуплення по торцю 0,12max
025	Промивка Промити деталі	Simplex 271014	Не допускається бруд та жирні плями	
030	Обдувка Продути деталі, укласти в тару	Обдувочна камера	Поверхні сухі, чисті, без слідів миючого розчину	
035	Комплектування Укласти в касету	Стіл для комплектування	Тара повинна бути сухою і чистою	
040	Контрольна Перевірити деталі згідно плану контролю.	Стіл контрольний	Відсоток контролю деталей, згідно плану контролю.	

2.8. Вибір обладнання та різального інструменту.

Обробка деталі "Пята" виконується на верстаті з ЧПУ марки Emco Nuperturn 45. Вибір обумовлено двома факторами: відкритою ціною політикою, що дозволяє заздалегідь провести економічні розрахунки, а також методом комплектації від базової до повної, що дозволяє заплатити лише за ті комплектуючі, які необхідні виключно для даного виробництва.



Рис.2.8. Загальний вигляд верстата з ЧПК Emco Hyperturn 45.

Токарний центр Hyperturn 45 передбачений для повної обробки за допомогою токарної обробки і сверління (з приводним інструментом – обмежено також для фрезерування) розрізаємих металів і пластмас, що мають достатню міцність для різання. Обробка інших матеріалів не допускається чи в виняткових випадках повинна виконуватись лише після консультації з виробником.

Hyperturn 45 – «Верстат для однієї людини», тобто він не може обслуговуватись більше ніж однією людиною одночасно.

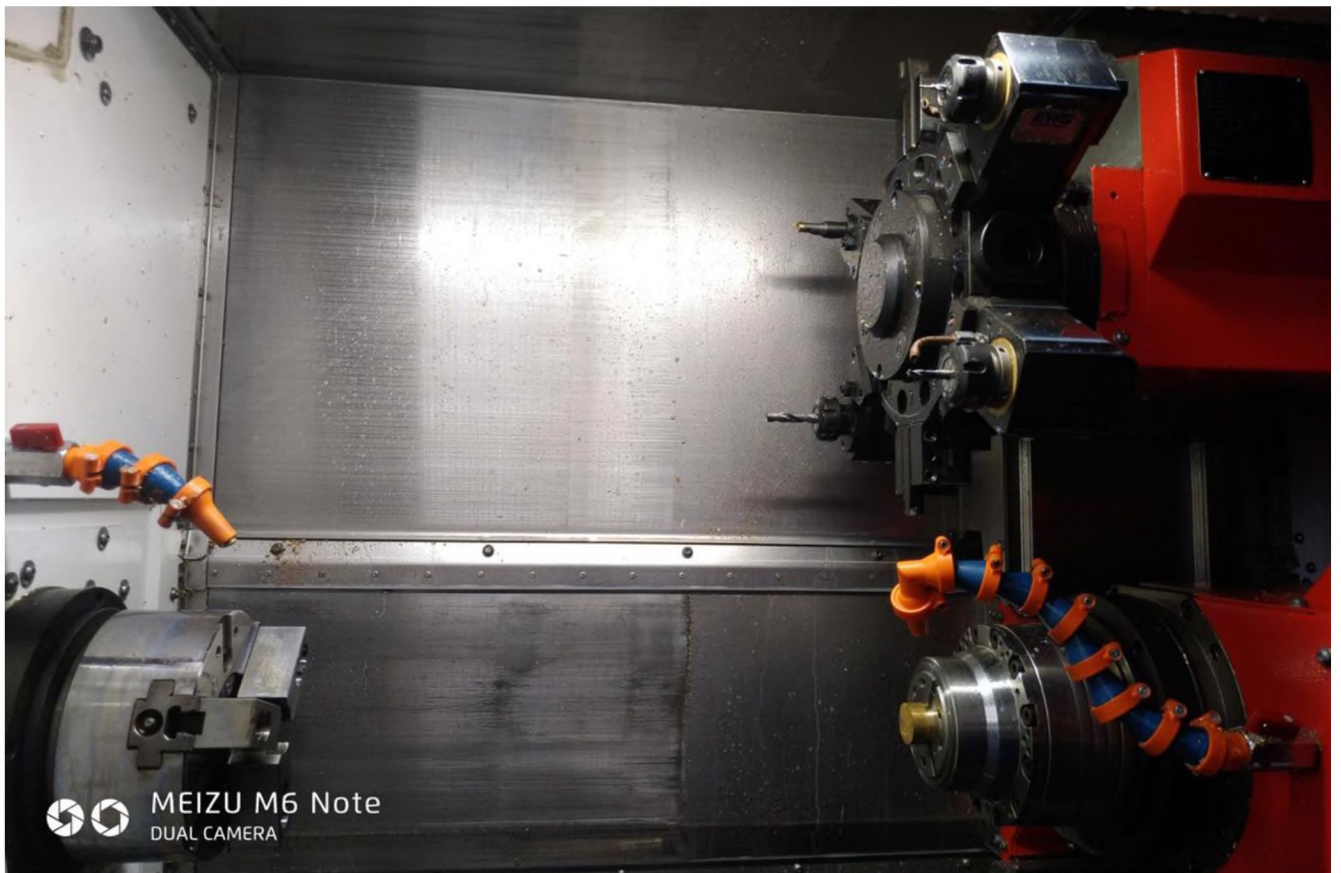


Рис.2.8. Загальний вигляд зони обробки верстата.

Технічні характеристики верстата.

Робоча поверхня:

Максимальний діаметр обробки по станині- 430 мм.

Діаметр обробки через поперечну каретку – 300 мм.

Максимальний діаметр обточки – 300 мм.

Максимальна довжина деталі – 480 мм.

Максимально пропускний отвір для прутка – стандарт – 45 мм.

Відстань між головним шпінделем та противошпінделем (наконечником шпінделя) – 720 мм.

Головний шпіндель:

Підключення шпінделя DIN 55028 – KK5

Отвір шпінделя – 53 мм.

Підшипник шпінделя (внутрішній діаметр) – 85 мм.

Максимальна інерція мас для затискного засобу і виробу – 0,08 мм.

Головний шпіндель – стандартна система затискання (BigBore):

Порожній затискний циліндр (гідравлічний) з напрямною трубою для подачі прутків з максимальним пропускним отвором – 45 мм.

Максимальний розмір патрона – 160 мм.

Привод головний шпіндель:

Двигун змінного струму з порожнім шпінделем, потужність (100%,40% ПВ)-11/15 кВт.

Діапазон частоти обертання(регулюється безступінчасто).

Крутящий момент на шпінделі (100%,40%ED) – 65/100Нм.

Протишпіндель:

Підключення шпінделя DIN 55026 –KK5

Отвір шпінделя – 53 мм.

Підшипник шпінделя (внутрішній діаметр) – 85 мм.

Максимальна інерція мас для затискного засобу і виробу – 0,08 мм.

Приводи подачі:

Швидкість прискореного ходу X(1+2)/Y/Z(1+2+3) – 30/15/45м/мин.

Зусилля подачі X/X2 – 4000/4000 Н.

Зусилля подачі Y – 400 Н.

Револьверна головка 1 і 2 (верхня і нижня система):

Радіальна інструментальна револьверна головка з логічною схемою направлення і приводними інструментами.

Кількість інструментальних станцій кожної револьверної головки – 12.

Кріплення інструменту згідно DIN 69880 – VDI25/

Поперечний переріз інструмента для чотиригранних інструментів – 16*16 мм.

Діаметр хвостовика для борштанг – 25 мм.

Час переключення револьвера – 0,2 с.

Верстат оснащений двома 12-позиційними маніпуляторами інструменту з приводними інструментами.

Технічні характеристики:

Кількість кріплення інструменту - 2*12

Кріплення інструменту згідно - DIN69880VI125

Приводні інструментальні станції:

Кількість приводних станцій - 2*12

Крутящий момент – макс. 16 Нм.

Діапазон частоти обертання – 0-6000 об/хв.

Приводна потужність – макс. 4 кВт.

Тривалість ввімкнення при макс. Потужності 25%

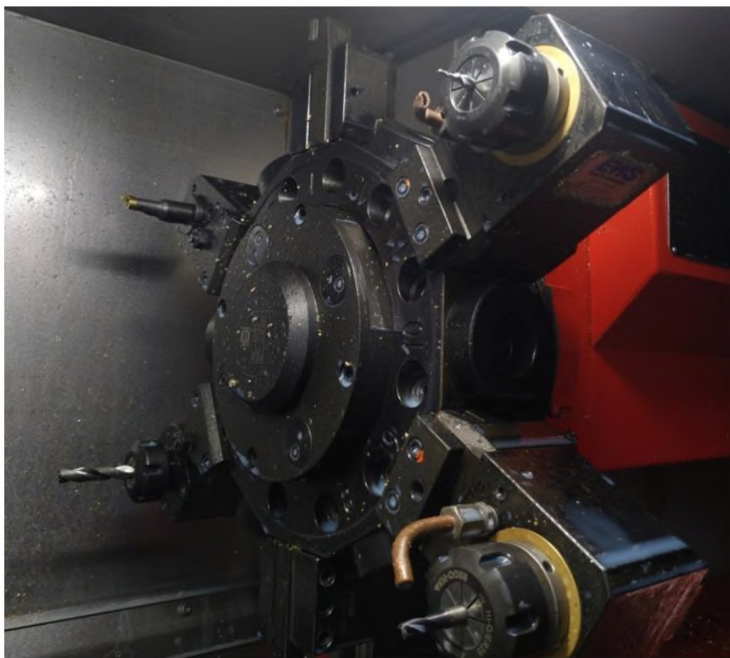


Рис.2.9. Револьверна головка верхня

На верстаті Emco Huperturn 45 можна виконувати токарну обробку деталі пята, фрезерування, свердління, цекування та інше.

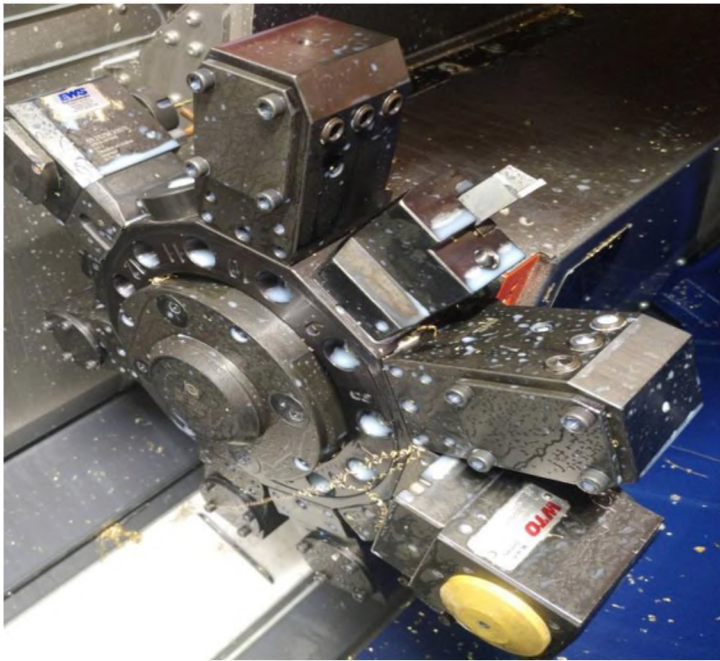


Рис.2.10. Револьверна головка нижня

Верстати з ЧПК являють собою багатоцільові верстати, на яких можливо виконувати багато операцій з використанням числового програмного керування, що дає можливість проводити обробку заготовок з різних сторін використовуючи розмаїття різального інструменту, а також його зміни в автоматичному циклі.



Рис 2.11. Вигляд зони обробки верстата.

Для виконання великої кількості технологічних переходів різноманітними інструментами багатоцільові верстати мають низку конструкторсько-технологічних характерних особливостей в порівнянні зі іншими верстатами.

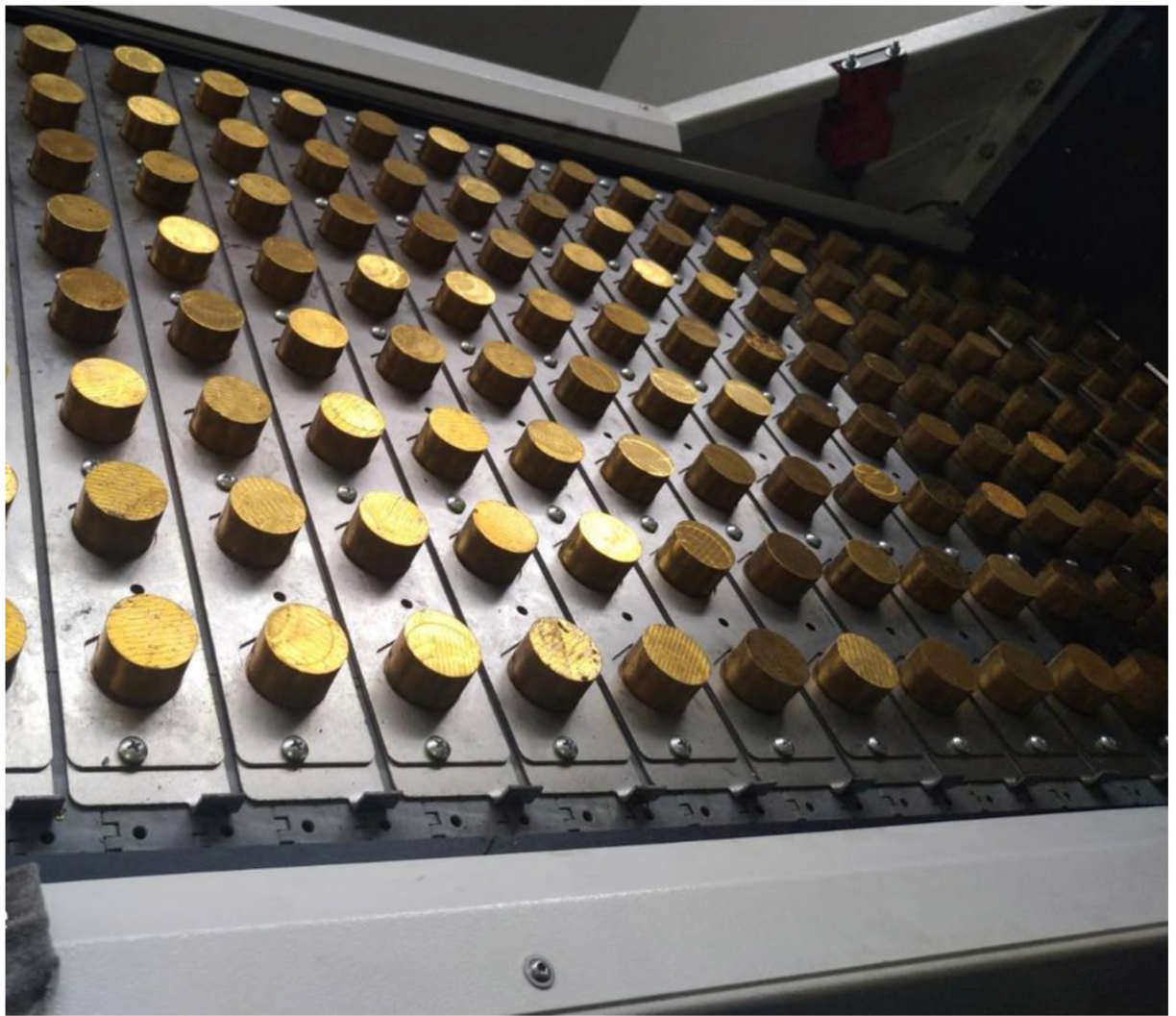


Рис 2.12. Завантаження заготовок.

Для обробки деталі «Пята» використовуємо нижче зазначений різальний інструмент.

Таблиця 6. Різальний інструмент.

	1. Установ – головний шпіндель		
SMW_Autoblok	Патрон	BH-D 165/3 A2-5	7715831664
SMW_Autoblok	Кулачки	WBSA-D 165	12071680
	Точить торець попередньо, точить ф27,64-0,22		
	Імя інструмента в програмі	CNMS_OD_1	
EWS	блок для резців лівих	4.2516/12RL	
KENNA	резець	MCLNL1616H12	1102539
KENNA	пластина	CNMS120408 KC5410	1560797
	Сверлити цековку ф8,68+0,48		
	Імя інструмента в програмі	DRILL_9	
EWS	блок угловой ER25	31.2525E332RL	
KINTEK	цанга ф10	ER25 D.10-9	ER25D10
KENNA	сверло	B707A09000FBS KN15	3894834
	Точить канавки торцеві		

	Імя інструмента в програмі	KAN_1	
EWS	блок ID ф25	17.2525E332RL	
EWS	втулка ф25/ф16	28.2516S	135763
DENITOOOLS	держатель	HIJ060-1600-080	
DENITOOOLS	різець	NSFR 6206 100 15	
	Сверлити ф1,6+0,11-0,07		
	Імя інструмента в програмі	DRILL_1.6	
EWS	блок приводний кутовий	60.2525E332RL	
KINTEK	цанга ф4	ER25 D.4-3	ER25D04
KENNA	сверло ф1,6/45/4	KN15 1,6/45/4	5124733
	Сверлити цековки ф3,18+0,24-0,24		
	Імя інструмента в програмі	DRILL_3.175	
EWS	блок приводной угловой	60.2525E332RL	
KINTEK	цанга ф6	ER25 D.6-5	ER25D06
KENNA	Сверло	B707A03175FBS KN15	3894805
	Точити торець ф27,64-0,22 остаточно		
	Імя інструмента в програмі	CPGW_OD_F	
EWS	блок для резців лівих	4.2516/12RL	
KENNA	різець	SCLPL1212M06	1244913
KENNA	пластина	CPGW060204FWST KD1400	3659975
	2.Установ - противошпindelь		
HAINBUCH	Патрон цанговий	SPANNTOP mini Deadlength	10794/0022
HAINBUCH	Цанга	SK 52 BZIG Ø27,5	10011170
	Точити торець, точити ф20,22+0,11-0,04 попередньо		
	Імя інструмента в програмі	CNMS_OD_2	
EWS	блок для резців лівих	4.2516/12RL	
KENNA	різець	MCLNL1616H12	1102539
KENNA	пластина	CNMS120408 KC5410	1560797
	Обробка контура остаточно		
	Імя інструмента в програмі	VBGT_OD	
EWS	блок для резців лівих	4.2516/12RL	
KENNA	різець	SVJBL1616H11	1097946
KENNA	пластина	VBGT110302HP KC5410	1910043
	Засверлити отвір		
	Імя інструмента в програмі	DRILL_13	
EWS	блок кутовий ER25	31.2525E332RL	
KINTEK	цанга ф14	ER25 D.14-13	ER25D14
KENNA	сверло ф13	KTFS130R01SS14M	6389474
	Парастина ф13	KTFS13000HPGM	6388751
	Засверлити отвір		
	Імя інструмента в програмі	DRILL_7	
EWS	блок кутовий ER25	31.2525E332RL	

KINTEK	цанга ф8	ER25 D.8-7	ER25D08
KENNA	сверло ф7	B966A07000 KC7315	1913483
	Фрезерувати сферу попередньо		
	Імя інструмента в програмі	MILL_14	
EWS	блок кутовий ER25	31.2525E332RL	
KENNA	цанга ф14	25ER140M	1126258
KENNA	фреза сферична ф14	2BN1400DL022A KC633M	5874166
	Фрезерувати сферичний отвір		
	Імя інструмента в програмі	MILL_D3.5	
EWS	блок кутовий ER25	31.2525E332RL	
KINTEK	цанга ф6	ER25 D.6-5	ER25D06
KENNA	фреза сферична ф3	2BN0300DK004A KC633M	5874066
	Точити сферу остаточно		
	Імя інструмента в програмі	VCGT_ID_F	
EWS	блок ID ф25	17.2525E332RL	
EWS	втулка ф25/ф10	28.2510S	135761
DENITOOLS	різець черновий	A10H SVOCR-07	
DENITOOLS	пластина	VCGW 070204 PKD	

2.9. Розрахунок режимів різання.

Перший установ – головний шпіндель.

Визначення режимів різання для чорнового точіння торця $\varnothing 27,64-0,22$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - чорновий різець MCLNL 1616H12, пластина CNMS 120408 KC5410

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок для різців лівий 4.2516/12RL.

1. Визначаємо подачу, при чорновому точінні заготовки з латуні \varnothing менше 100 мм різем 16 мм та глибині різання менше за 2 мм: [3], [4].

$S=0,1\div 0,2$ мм/об.

Згідно з паспортним даним верстата приймаємо $S=0,15$ мм/об

2. Швидкість різання. [3], [4].

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m y^m} K_v, \text{ м/хв}$$

де $C_v = 292$; $x=0,15$; $y=0,2$, $m=0,2$, $T=60$ хв

При чорновому точінні твердосплавною пластиною корегуючий коефіцієнт визначається: [3], [4].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1,0^{1,25} = 1,0$$

$$K_{nv} = 1$$

$$K_{uv} = 1$$

$$K_{\varphi v} = 1$$

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

$$V = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 1,0 = \frac{292}{2,27 \cdot 1,84 \cdot 0,72} = 97,33 \text{ м/хв}$$

При чорновій обробці торця приймаємо швидкість різання рівну швидкості різання для зовнішнього точіння з додаванням корегуючого коефіцієнта 0,9.

$$V = 97,33 \cdot 0,9 = 88,6 \text{ м/хв}$$

3. Визначаємо частоту обертання шпінделя, що є доцільною до прийнятої швидкості різання [3], [4].

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87,6}{3,14 \cdot 30,5} = \frac{88600}{251,2} = 352,73 \text{ об/хв}$$

Згідно з паспортними даними верстата визначаємо частоту обертання шпінделя $n_d = 400$ об/хв.

4. Фактична швидкість різання [3], [4].

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв}$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 30,5 \cdot 400}{1000} = \frac{99,128}{1000} = 99,13 \text{ м/хв}$$

5. Основний час [3], [4].

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ хв}$$

Траекторія руху різця $L = l + y + \Delta$, мм

Глибина врізання різця $y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 1,0 \cdot 0,62 = 0,62$ мм.

Хід різця $\Delta = 1,3$ мм.

Тоді $L = 31 + 0,62 + 1,3 = 32,92$ мм.

$$T_0 = \frac{32,92}{400 \cdot 0,2} = 0,21 \text{ хв.}$$

Визначення режимів різання для свердління цековок $\varnothing 8,68 + 0,48$ мм, глибини різання при свердлінні: $t = 0,5D$, мм [3], [4].

Хід визначення інших частин режимів різання є відповідним до визначення режимів різання при точінні.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент – свердло В707А09000FBS KN15, цанга ER25 D10-9

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок кутовий 31.2525E332RL.

1. Визначаємо подачу, при свердлінні заготовки з латуні \varnothing менше 100 мм свердлом 9 мм та глибині різання менше за 5 мм [3], [4].

$$S=0,06 \div 0,12 \text{ мм/об.}$$

Згідно з паспортним даним верстата приймаємо $S=0,08$ мм/об.

2. Швидкість різання. [3], [4].

$$V = \frac{C_v D^y}{T^{m_{sy}}} K_v, \text{ м/хв}$$

де $C_v = 14,7$; $y=0,2$, $m=0,2$; $T=15$ хв

При свердлінні твердосплавною пластиною корегуючий коефіцієнт визначається: [3], [4].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1,0^{1,25} = 1,0$$

$$K_{nv} = 1$$

$$K_{uv} = 1$$

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

$$V = \frac{14,7 \cdot 9^{0,25}}{15^{0,2} \cdot 0,08^{0,2}} \cdot 1,0 = \frac{25,43}{1,72 \cdot 0,6} = 44,6 \text{ м/хв}$$

3. Визначаємо частоту обертання шпінделя, що є доцільною до прийнятої швидкості різання [3], [4].

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44,6}{3,14 \cdot 9} = \frac{44600}{28,3} = 2865,73 \text{ об/хв}$$

Корегуємо частоту обертання шпінделя за паспортними даними верстата $n_d=3000$ об/хв.

4. Фактична швидкість різання [3], [4].

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв}$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 3000}{1000} = \frac{68,128}{1000} = 48,1 \text{ м/хв}$$

5. Основний час [3], [4].

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв}$$

Траекторія руху свердла $L=1+y+\Delta$, мм

Глибина врізання свердла $y=t \cdot \text{ctg}\varphi=1,5 \cdot \text{ctg} 45^\circ=1,0 \cdot 0,62=0,62$ мм

Хід свердла $\Delta=1,3$ мм.

Тоді $L=10+0,62+1,3=10,92$ мм.

$$T_0 = \frac{10,92}{3000 \cdot 0,08} = 0,045 \text{ хв.}$$

Визначення режимів різання для свердління отвору $\text{Ø}1,6+0,11-0,07$ мм,

глибина різання при свердлінні: $t = 0,5D$, мм

Хід визначення інших частин режимів різання є відповідним до визначення режимів різання при точінні.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент – свердло KN15 1,6/45/4, цанга ER25 D4-3

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок привідний кутовий 60.2525E332RL.

Режими різання для свердління $\text{Ø}1,6+0,11-0,07$ мм, визначаємо аналогічно за попередньою методикою для свердління циковок $\text{Ø}8,68$. А саме подача $S=0,03$ мм/об, швидкість різання $V=22.4$ м/хв, при частоті обертання $n=4500$ об/хв, основний час $T_0 = 0,05$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для свердління циковок $\text{Ø}3,18\pm 0,24$ мм.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці. [3], [4].

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент – свердло B707A03175FBS KN15, цанга ER25 D6-5.

Оснащення: Токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 - блок привідний кутовий 60.2525E332RL.

Режими різання для свердління трьох циковок $\text{Ø}3,18\pm 0,24$ мм, а саме подача $S=0,05$ мм/об, швидкість різання $V=42.6$ м/хв, при частоті обертання $n=6500$ об/хв, основний час $T_0 = 0,009$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для точіння канавок торцевих.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - різець NSFR 6206 100 15,тримач НІJ060-1600-080.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Huperturn 45 – блок ID діаметром 25мм, втулка 28.2516S.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці чорнового точіння. А саме подача $S=0,75$ мм, швидкість різання $V=48.3$ м/хв, при частоті обертання $n=230$ об/хв, основний час $T_0 = 0,02$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для чистового точіння торця $\text{Ø}27,64-0,22$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - чистовий різець SCLPL1212M06, пластина CPGW060204FWST KD1400

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Huperturn 45– блок для різців лівий 4.2516/12RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці чорнового точіння. А саме подача $S=0,07$ мм/об, швидкість різання $V=79.8$ м/хв, при частоті обертання $n=500$ об/хв, основний час $T_0 = 0,12$ хв. [3], [4].

Другий установ – противошпіндель.

Визначення режимів різання для чорнового точіння торця $\text{Ø}20,22+0,11-0,04$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - чорновий різець SCLPL1212V06, пластина CPGW060204FWST KD1400.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Huperturn 45 – блок для різців лівий 4.2516/12RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці чорнового точіння. А саме подача

$S=0,15$ мм/об, швидкість різання $V=88,2$ м/хв, при частоті обертання $n=400$ об/хв, основний час $T_0 = 0,2$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для чистової обробки контура деталі.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - чистовий різець SVJBL1616H11, пластина VBGT110302HP KC5410.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок для різців лівий 4.2516/12RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці чорнового точіння. А саме подача $S=0,15$ мм/об, швидкість різання $V=98,2$ м/хв, при частоті обертання $n=3000$ об/хв, основний час $T_0 = 0,26$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для свердління отвору $\varnothing 13$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - свердло KTFS130R01SS14M, пластина KTFSS13000HPGM, цанга ER25 D14-13.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок кутовий ER25 31.2525E332RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці свердління. А саме подача $S=0,12$ мм/об, швидкість різання $V=54,1$ м/хв, при частоті обертання $n=2500$ об/хв, основний час $T_0 = 0,035$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для свердління отвору $\varnothing 7$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - свердло B966A07000 KC7315, цанга ER25 D8-7.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок кутовий ER25 31.2525E332RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці свердління. А саме подача $S=0,12$

мм/об, швидкість різання $V=56,5$ м/хв, при частоті обертання $n=3000$ об/хв, основний час $T_0 = 0,031$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для чорнового фрезерування сфери $\varnothing 14$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент – фреза сферична 2BN1400DL022A KC633M, цанга 25ER140M.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок кутовий ER25 31.2525E332RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці свердління. А саме подача $S=0,2$ мм/об, швидкість різання $V=52,9$ м/хв, при частоті обертання $n=3000$ об/хв, основний час $T_0 = 0,023$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для фрезерування сферичного отвору $\varnothing 3,5$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент – фреза сферична 2BN300DK004A KC633M, цанга 25ER D6-5.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок кутовий ER25 31.2525E332RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці свердління. А саме подача $S=0,05$ мм/об, швидкість різання $V=45,7$ м/хв, при частоті обертання $n=3000$ об/хв, основний час $T_0 = 0,058$ хв. [3], [4].

Визначення режимів різання для чистової обробки сфери $\varnothing 15,508+0,01$ мм.

Вихідні данні:

Оброблюваний матеріал- латунь. ЛМцСКА58-2-2-1-1

Інструмент - різець A10H SVOCR-07, пластина VCGW070204 PKD, втулка 28.2510S.

Оснащення: токарний верстат з ЧПК Emco Nuperturn 45 – блок ID25 17.2525E332RL.

Порядок призначення елементів режимів різання аналогічний призначенню режимів різання при вище наведеній обробці чорнового точіння. А саме подача

$S=0,045$ мм/об, швидкість різання $V=109,2$ м/хв, при частоті обертання $n=300$ об/хв, основний час $T_0 = 0,73$ хв. [3], [4].

2.10. Розробка керуючої програми.

Обробка деталі типу «Пята» виконується на токарному верстаті з ЧПК Emco Hyperturn 45, щоб прибрати додаткові операції (цикування, алмазно-розточувальна та суперфінішування) було прийнято рішення використати інструмент KENNA, HAINBUCH, DENITOOOLS, що значно підвищить точність розташування отворів, а також продуктивність оброблення.

Код програми представлений для операції 015. Установ А.

```
N10 CHANDATA(1)
```

```
; pyata PVS 90
```

```
N20 PROGRES
```

```
N30 $P_UIFR[1]=CTTRANS(Z,134)
```

```
N40 G54
```

```
N50 WORKPIECE(,,,"CYLINDER",0,1,-20,-10,30.5)
```

```
N60 M74
```

```
N70 M73
```

```
IF $P_SIM GOTOF BEZPRG2
```

```
N80 INIT(2,"PYATA_90_2")
```

```
/N90 START(2)
```

```
BEZPRG2:
```

```
N100 SETMS(1)
```

```
N110 G26 S1=3500
```

```
N120 LIMS=3500
```

```
N130 R10=8 ; COOLING WATER ON=8 AND OFF=9
```

```
N140 FREE_pyata; N140 GOTOF OBRAB
```

```
N150 FREE_pyata;
```

```
N160 T="CNMS_OD_1" D1; FACING AND TURNING  $\varnothing 27.64-0.22$ 
```

N170 SETMS(1)
N180 G96 S400 M4
N190 G0 X32 Z1.0 M=R10
N200 M103
N210 G1 X-1.8 F0.15 G9
N220 G1 Z1.2
N230 G0 X32
N240 G1 Z0.05
N250 G1 X-1.8 F0.15 G9
N260 G0 Z2
N270 G0 G42 X24.5 Z1.3
N280 G1 X27.4 Z-0.2 F0.08 G9
N290 G1 Z-0.7
N300 G1 X27.5
N310 G1 Z-6.5 F0.1 G9
N320 G0 G40 X40 Z10 M9 M5
N340 FREE_2_pyata;
M01
N340 FREE_2_pyata;
N350 T="DRILL_9" D1; FACE-SINKING ø8.68+0.48
N360 SETMS(1)
N370 G95 S3000 M3
N380 M103
N390 G0 X0 Z2 M=R10
N400 M103
N410 G1 Z-0.65 F0.08 G9
N420 G4 S5
N430 G0 Z10 M9
N560 M5
N340 FREE_2_pyata;
N340 FREE_2_pyata;
N460 T="KAN_1" D2; FACEGROOVING !! D1-D2 !!

N470 SETMS(1)
 N480 G96 S230 M3
 N490 G0 X30 Z10 M=R10
 N500 CYCLE930(11.4,0,1.2,1.2,-
 0.75,,0,0,0,0.12,0.15,0.15,0.12,0.2,0,1,10810,,1,30,0.05,1,0,0,2,1111100)
 N510 CYCLE930(18.62,0,1.2,1.2,-
 0.75,,0,0,0,0.12,0.15,0.15,0.12,0.2,0,1,10610,,1,30,0.05,1,0,0,2,1111100)
 N520 CYCLE930(22.48,0,1.2,1.2,-
 0.75,,0,0,0,0.12,0.15,0.15,0.12,0.2,0,1,10810,,1,30,0.05,1,0,0,2,1111100)
 N530 G0 X30 Z25 M9 M5
 N340 FREE_2_pyata;

 N340 FREE_2_pyata;
 N560 T="DRILL_1.6" D1;DRILLING ø1.6
 N570 SETMS(3)
 N580 G95 S4500 M4
 N590 G0 X0 Z1 M=R10
 N600 M103
 N610 SPOS[1]=0
 N620 G1 Z-1 F0.03
 N630 G0 Z1
 N640 F0.05
 N650 CYCLE83(1,0,0.5,-8.6,,5,,75,0,0,100,1,0,1.6,1.4,0.1,1.6,0,1,11221112)
 N660 G0 Z20 M9
 N670 M5
 N680 FREE_pyata;
 N690 FREE_pyata;
 N700 T="DRILL_3.175" D1 ; MILLING 3X HOLES ø3.18
 N710 SETMS(3)
 N720 G95 S6000 M4
 N730 SPOS[1]=0
 N740 G0 X10.16 Z1 M=R10

N750 G1 Z-0.75 F.05 G9
N760 G0 Z1
N770 SPOS[1]=90
N780 G0 X14.48
N790 G1 Z-0.75 G9
N800 G0 Z1
N810 SPOS[1]=270
N820 G0 X26.68
N830 G1 Z-0.75 G9
N840 G0 Z5
N850 G0 X60 Z10 M5 M9
N860 STOPRE
N870 SETMS(1)
N340 FREE_2_pyata;
M01
N340 FREE_2_pyata;
N900 SETMS(1)
N910 T="CPGW_OD_F" D1
N920 G96 S500 M4; FACING RA 0.4
N930 G0 X28.5 Z1 M=R10
N940 M103
N950 G1 Z-0.001 F0.15 G9; Наружний поясок
N960 G1 X23 F0.07
N970 G0 Z1
N975 G1 Z0 F0.15 G9; 2-й поясок
;N976 G1 X16.5 F0.07
;N980 G0 Z1
;N990 G1 Z0 F0.15; 3-й поясок
;N1000 G1 X11.5 F0.07
;N1010 G0 Z1
;N1030 G1 Z0 F0.15 G9; внутрєнний поясок
N1040 G1 X7.5 F0.07

N1050 G0 Z10 M5 M9
N1060 FREE_pyata;
OBRAB:
N1070 FREE_pyata;
N1310 SETMS(1)
N1320 G95 S100 M4
N1220 G00 G40 G53 D0 Z615
N1230 PROGRES
/N1090 WAITM(1,1,2)
N1120 M3=71
N1130 M2=71
N1140 M71
N1150 M89
N1160 SETMS(1)
N1170 G95 S100 M4
S2=100 M2=4
M2=71
N1180 G0 D0 X458 X2=218
N1190 M2=25
G4 F0.5
N1200 STOPRE
N1210 CPONS2(0)
N1220 G0 Z2=615 Z3=430
N1230 G4 F2
N1231 ; M2=72
N1240 G0 Z3=300
N1241 M72
N1250 G1 Z3=265 F500
N1260 M5
M2=5
SPOS[1]=0
SPOS[2]=0

STOPRE

N1270 G1 G94 Z3=IC(-10) FXS[Z12]=1 FXST[Z12]=7 FXSW[Z12]=1 F500

N1280 STOPRE

N1290 FXS[Z12]=0

N1300 STOPRE

N1310 M2=26

N1320 G4 F1

M2=25

G4 F0.5

STOPRE

G0 Z3=265 M5

G1 Z3=265 F500

M5

M2=5

SPOS[1]=0

SPOS[2]=180

STOPRE

N1440 G1 G94 Z3=IC(-10) FXS[Z12]=1 FXST[Z12]=7 FXSW[Z12]=1 F500

N1450 STOPRE

N1460 FXS[Z12]=0

N1470 STOPRE

N1480 M2=26

N1490 G4 F0.2

N1670 M1=25

N1680 G4 F1

N1690 G0 Z3=720 M5

N1700 CPOFS2

N1710 M90

N1720 M72

N1730 M2=72

```

N1740 L700 P1
N1750 M74
N1760 M30
Код програми представлений для операції 015. Установ Б.
N11 CHANDATA(2)
; pyata PVS 90
;N21 M0
N21 PROGRES
IF $P_SIM
N31 $P_UIFR[2]=CTTRANS(Z,702);Для симуляції
ELSE
N31 $P_UIFR[2]=CTTRANS(Z,579.98);
ENDIF
N41 G55

N51 WORKPIECE(,,,"CYLINDER",4096,1,-20,-10,30.5)
N61 M74
N71 M73
N81 MIRROR Z0
N91 SETMS(2)
N101 G26 S2=3500
N111 LIMS=3500
N121 G0 Z3=720
N131 R10=8 ; COOLING WATER ON=8 AND OFF=9
;GOTOF OBR
N136 M71
N141 FREE_pyata;
N151 T="CNMS_OD_2" D1; FACING
N161 SETMS(2)
N171 G96 S400 M4
N181 G0 X32 Z5.0 M=R10
N191 M103

```

N201 CYCLE951(32,2,-0.8,0,-0.8,0,1,1,0,0.05,12,0,0,0,1,0.12,0,2,1110000)
 N211 CYCLE951(32,2,20.25,-12.658,20.25,-
 12.658,1,2,0.25,0.25,11,0,0,0,1,0.3,0,2,1110000)
 N221 G0 G40 X50 Z20 M9
 N481 FREE_2_pyata;

 N481 FREE_2_pyata;
 N251 T="VBGT_OD" D1 ;FINISHING OD
 N261 SETMS(2)
 N271 G95 S3000 M4
 N281 M=R10
 N291 X23 Z0
 N301 G1 X13.6 F0.15
 N311 G0 Z1
 N321 G0 X23
 N331 CYCLE62("PRED_OD_KONTUR90",1,,)
 N341 CYCLE62("OD_KONTUR90",1,,)
 N351 CYCLE952("OD_KONTUR90",,"",1101323,0.11,0,-
 0.5,1,0.6,0.3,0.2,0.2,0.1,0,3,0,0,21.5,2,32,-13.5,2,2,,0,1,,11110000,10012,1100010,1,0)
 N361 G0 X31
 N371 G0 Z-13.3
 N381 G1 X27.8 F0.15
 N391 G1 X26.516 Z-12.658 F0.09
 N401 G1 X18.45 F0.09
 N411 G1 X20 ANG=30 F0.07
 N421 G0 X22
 N431 G0 Z0
 N441 G1 X13.6 F0.15
 N451 G0 Z10 M5 M9
 N481 FREE_2_pyata;

 N481 FREE_2_pyata;

N491 T="DRILL_13" D1
N501 SETMS(2)
N511 G95 S2500 M3
N521 G0 X0 Z3 M=R10
N531 M103
N541 F0.12
N551 CYCLE82(3,0,1,-7.03,,0,10,1,12)
N561 G0 Z10 M9
N481 FREE_2_pyata;

N481 FREE_2_pyata;
N591 T="DRILL_7" D1
N601 SETMS(2)
N611 G95 S3000 M3
N621 G0 X0 Z1 M=R10
N631 M103
N641 F0.12
N651 CYCLE82(5,-6,1,-9.72,,0,10,1,12)
N661 G0 Z10 M9
N481 FREE_2_pyata;

N481 FREE_2_pyata;
N691 T="MILL_14" D1
N701 SETMS(2)
N711 G95 S3000 M3
N721 G0 X0 Z1 M=R10
N731 M103
N751 G1 Z-10.25 F0.2 G9
N761 G0 Z1
N771 G0 X0.9
N781 G1 Z-10 F0.2
N791 G0 Z10 M9

N481 FREE_2_pyata;

N481 FREE_2_pyata; ##

N841 T="MILL_D3.5" D1 ;SINKING ø3.56

N851 SETMS(2)

N861 G95 S3000 M3 M=R10

N871 G0 Z1 X0

N881 G0 Z-8.5

N891 G1 Z-12.35 F0.05 G9

N901 G4 F0.3

N911 G0 Z-8.5

N921 G1 X0.2

N931 G1 Z-12.35 G9

N941 G4 F0.3

N951 G0 Z10

N961 M9 M5

N481 FREE_2_pyata;

OBR:

POVTOR:

N481 FREE_2_pyata;

N1001 T="VCGT_ID_F" D1 ;FINISHING I.D. ø15.508

N1011 G26 S2=3500

N1021 LIMS=3500

N1031 SETMS(2)

N1041 G96 S300 M3

N1051 M=R10

N1061 G0 X14.75 Z2

N1071 M103

N1081 M1=24

N1091 G0 G41 X17.61 Z0.7

N1101 G1 X15.61 Z-0.2 F0.045

N1111 G1 Z-3.69 G9
N1121 G1 X15.406 G9 F0.06
N1131 G3 X3.0 Z-10.408 I=AC(0) K=AC(-2.8) F0.04 G9; CR=7.754
N1141 G0 G40 Z10 M9
N1151 FREE_pyata;
N1371 M74
R5=0
M01
IF R5==1 GOTOB POVTOR
M72
N1161 FREE_pyata;
N1171 SETMS(2)
N1181 M89
N1191 G0 Z3=720
G53 G0 Z615
M01
N1201 M24
N1211 G4 F3
N1221 M3=72
N1231 M2=25
N1241 G4 F1
N1251 M150
N1261 M23; PART CATCHER TO BACK
N1271 G4 F3
M150
N1281 M71
N1291 G4 F1
M160
N1301 M3=71
N1311 G4 F1.5
;M160; ????
;M72

PROGRES

/N1341 WAITM(1,1,2)

N1351 M30

3. Конструкторський розділ

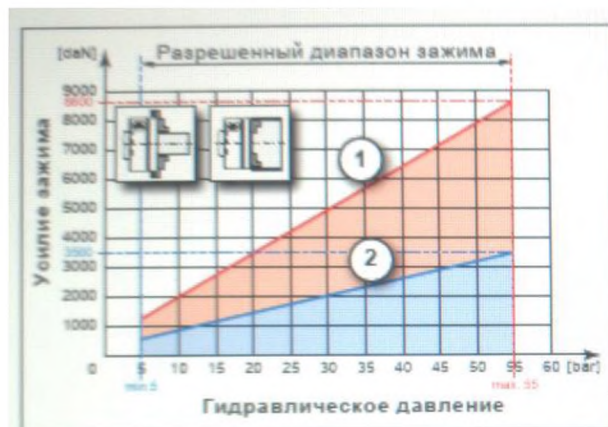
3.1. Розроблення і розрахунок конструкції верстатних пристроїв [1].

Першочерговими вихідними даними для розробки і розрахунку верстатних пристроїв є:

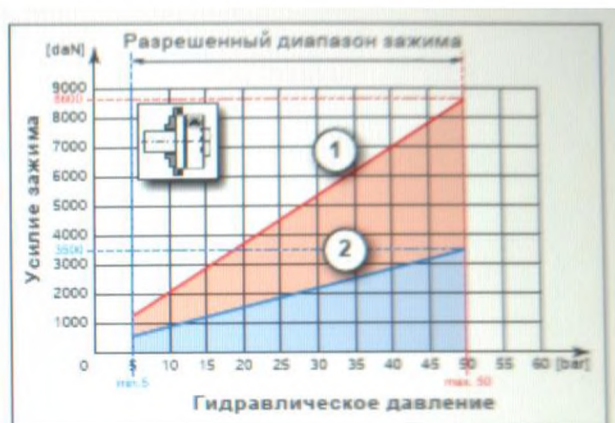
- конструкторське креслення на деталь "Пята" і креслення заготовки;
- технологічний процес, карта ескізів, на операцію, що передувала операції для якої проектується данне пристосування;
- річний об'єм виготовлення деталі "Пята";
- паспорт верстату з ЧПК Emco Huperturn 45.

Діаграмма зусилля затиску.

Тиск для полого затискного циліндра налаштовується в гідравлічній системі



Головний шпіндель, зовнішній та внутрішній затиск.



Контршпіндель, зовнішній затиск.

Рис.3. Зусилля затиску деталі головного та контршпінделів [10].

Треба врахувати, що максимальне приводне зусилля не повинно перевищувати допустимих меж, щоб уникнути пошкоджень патронів або їх частин.

Зменшення зусилля затиску при високій частоті обертання.

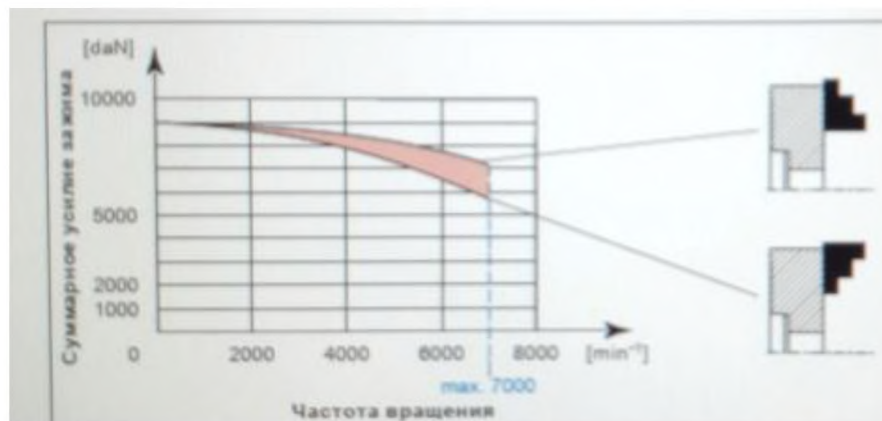


Рис.3.1. Діаграма зменшення зусилля затиску [10].

Внаслідок різного розміру поверхонь затискного циліндра, необхідні різні налаштування тиску для зовнішнього і внутрішнього затиску заготовок.

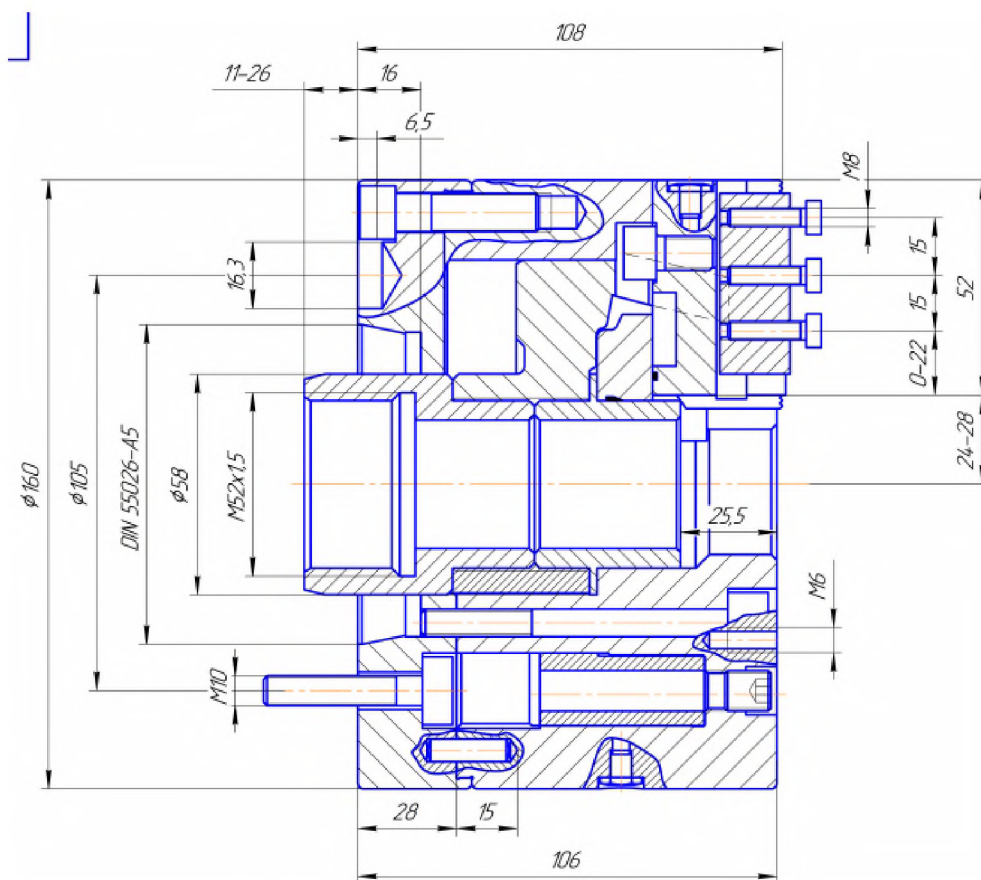
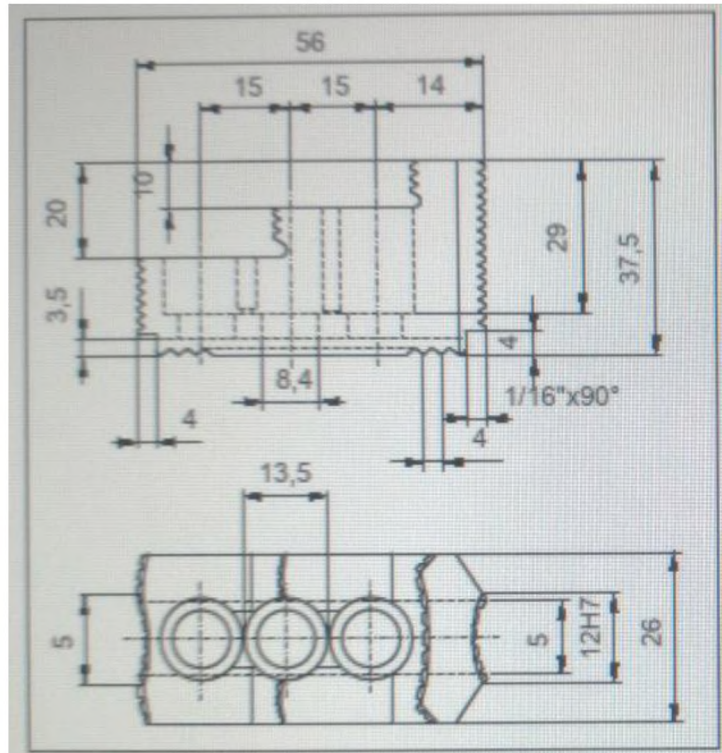


Рис.3.2. Трьохкулачковий патрон.

Неможна перевищувати максимально допустимий тиск повітря, так як це може призвести до пошкодження заготовки або верстата і його частин.

Розміри кулачків, для точного затиску кулачки необхідно розточити до необхідного діаметра під дією зусилля затиску.



Зворотні пристівні кулачки UB, закалені

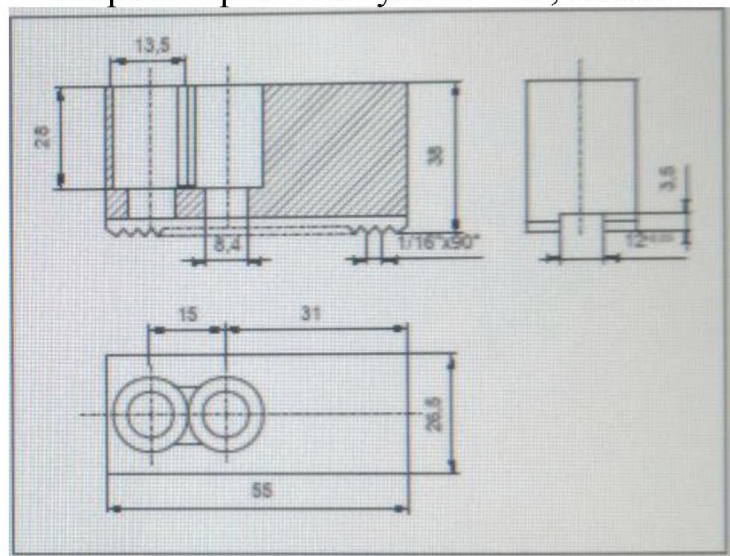


Рис.3.3. Розміри кулачків для патрона [10].



Рис.3.4 Загальний вигляд трьохкулачкового патрона.

При проектуванні цангових патронів необхідно врахувати, що при встановленні заготовок, діаметр яких не відповідає допуску проектуемого патрона, не дозволяється.

Оскільки точність обертання без радіального биття і зусилля затиску не достатні. Треба дотримуватись конфігурації верстата (патрон/цанга)

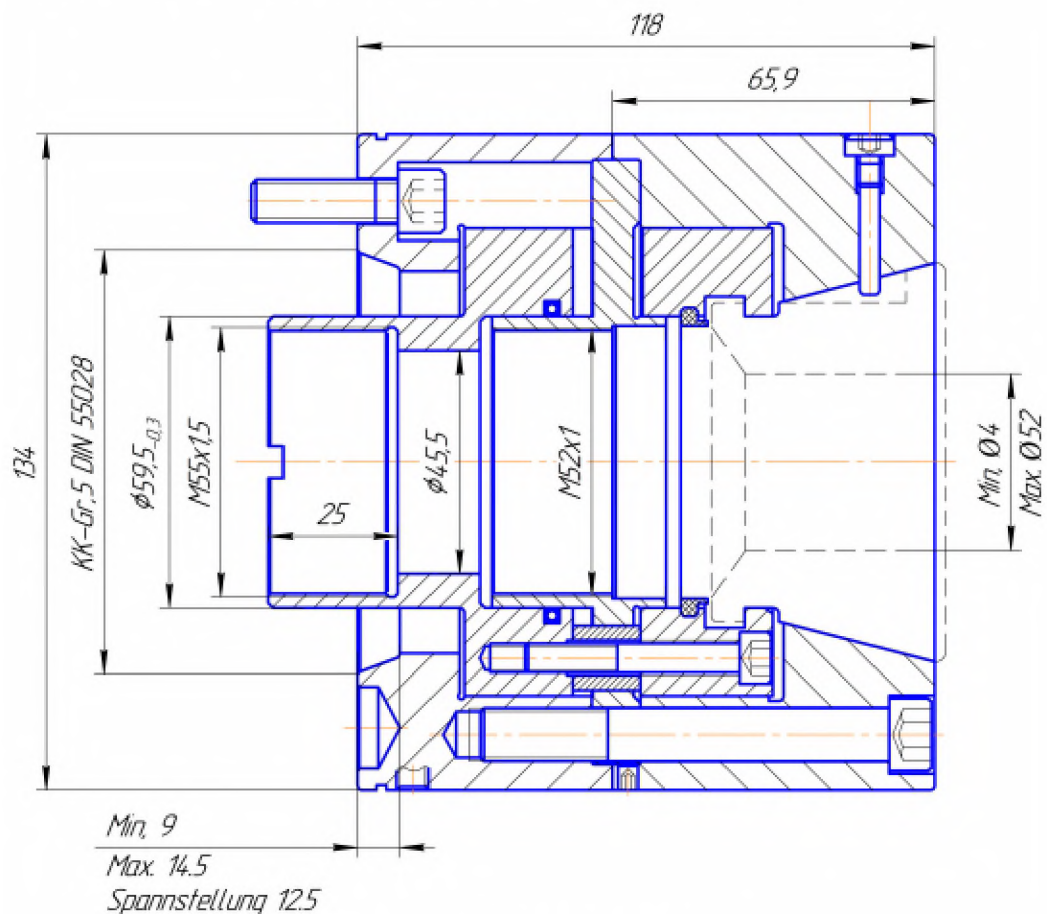


Рис.3.5. Цанговий патрон.

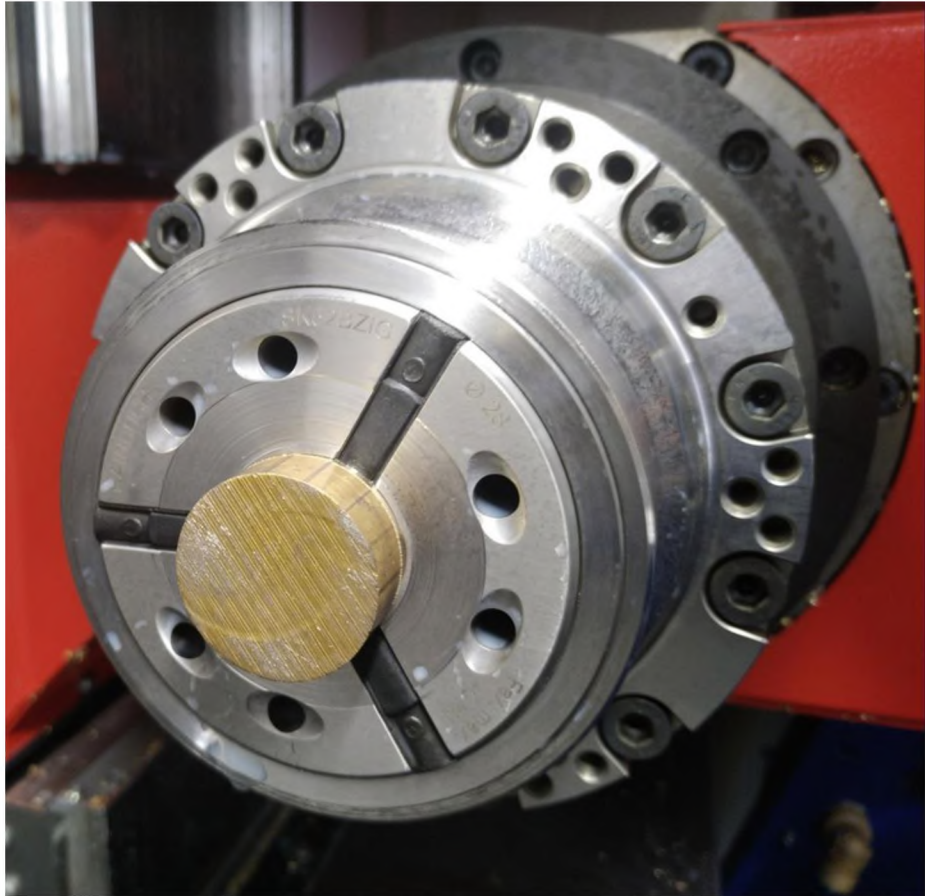


Рис.3.6. Загальний вигляд цангового патрона.

3.2. Розрахунок похибки установки заготовки в трикулачковому патроні.

Визначення похибки встановлення заготовки деталі "Пята", оцінюючи та враховуючи точність одержання розмірів у трьохкулачковому і цанговому патронах це важлива частина проектування.

На етапі визначення базування деталі "Пята" необхідно:

- 1) визначити похибки базування тих розмірів, які виконуються при обробленні у трьохкулачковому і цанговому патронах;
- 2) провести вибагливий аналіз схеми базування, надати доцільний варіант по зміні розмірів, відхилень, допусків форми розташування поверхонь.

Для забезпечення потрібної точності обробки (розміру, форми, взаємного положення) заготовку потрібно закріпити в певному положенні відносно ріжучого інструмента. В цьому положенні вона повинна бути закріплена надійно. Але, при базуванні заготовки і її закріпленні на верстаті виникають погрішності установки.

Важливо вміти знайти причини виникнення похибок установки, їх величину і вплив на точність обробки, щоб при необхідності добитись їх зменшення.

Тому, процес установки заготовки для обробки на верстатах супроводжується виникненням похибок установки -похибка. яка викликає розсіювання розмірів готових деталей в ході обробки, та включає похибки базування, закріплення та похибку, що виникає внаслідок застосування пристроїв.[1], [2]

$$\varepsilon_y = 1,2 \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_{пр}^2}$$

Δ_6 -похибка базування,

Δ_3 -похибка закріплення,

$\Delta_{пр}$ -похибка пристосування

Визначення похибок закріплення верстатного пристрою -похибки базування, дорівнюють нулю для всіх діаметральних розмірів та розмірів, що забезпечуються програмою верстата з ЧПУ. Для лінійних розмірів, що задані від лівого торця, вона також дорівнюватиме нулю, оскільки вимірювальна база використовується в якості технологічної.
-похибку закріплення приймаємо рівною нулю, так як використовується трьохкулачковий патрон.

Таблиця 7. Похибка пристосування [1], [2]

Трьохкулачкові патрони з незакалненими кулачками або розрізними втулками при діаметрах до 120мм	При зорі до похибки закріплення 0,02-0,10 мм	10-30	10-20
---	--	-------	-------

$\Delta_{пр}=20$ мкм. (взято із довідника).

Тоді:

$$\varepsilon_y = 1,2 \sqrt{0 + 0 + 20} = 5,36 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм}$$

Дана похибка буде проявлятися у формі відхилення від співвісності.

3.3. Розрахунок похибки установки в цанговому патроні.

Розрахунок похибок установки деталі для цангового патрону, як і при встановленні заготовки в трикулачковому патроні, похибки базування і закріплення можна прийняти рівними нулю. Похибка пристрою (цанги) буде похибкою установки заготовки і проявиться як відхилення від співвісності зовнішньої поверхні відносно вісі внутрішньої поверхні. [1], [2].

Похибку встановлення заготовки в цанговий патрон знаходимо по таблиці (13) довідника машинобудівника.

Таблиця 8. Похибка пристосування [1], [2]

Вид зразка-заготовки	Напрямок зміщення заготовки	Діаметр бази Від 18 до 30 мм
Шліфувальна контрольна оправка, встановлена в новому патроні	Радіальне на відстань від торця, мм	20-45

$$\varepsilon_y = 25\text{мкм} = 0,025\text{мм.}$$

4. Економічний розділ.

4.1. Визначення вартості основних матеріалів.

Визначення собівартості виробу визначається відповідно до Міжнародних стандартів з бухгалтерського обліку (МСБО) та Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку №16 «Витрати», де до неї включаються:

- Прямі матеріальні витрати.
- Прямі витрати на оплату праці.
- Інші прямі витрати.
- Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати.

Розрахунок витрат на основні матеріали (грн.) проводиться по формулі:

$$M_{\text{проект}} = Q \cdot C_m + 0,03 \cdot Q \cdot C_m - (Q - j) \cdot C_{\text{від}} = \\ 0,049 \cdot 200 + 0,03 \cdot 0,049 \cdot 200 = 10,091$$

де Q – маса заготовки, кг;

j – маса деталію, кг;

C_m – ціна за 1 кг матеріалу, грн.;

f – маса відходів, кг ($f = Q - j$);

$C_{\text{від}}$ – ціна 1 кг відходів, грн.;

0,03 – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати.

Коефіцієнт використання матеріалу (Кв.м.) визначається за формулою:

$$\text{Кв.м.} = \frac{j}{Q} = \frac{0,046}{0,049} = 0,9387$$

4.2. Визначення фонду заробітної плати робітників і інших прямих витрат.

Загальний фонд заробітної плати основних (виробничих) робітників (ЗПзаг) включає:

$$\text{ЗПзаг} = \text{ЗПосн} + \text{ЗПдод} (\text{грн.}) = 77365,97 + 30946,38 = 108312,35$$

де ЗПосн. – основна заробітна плата, грн.;

ЗП дод – додаткова заробітна плата, грн.

Основна заробітна плата знаходиться за формулою:

$$ЗПосн = R_{від} \cdot N_{пр} = 0,849 \cdot 91126 = 77365,97$$

де $R_{від}$ – відрядна оцінка за обробку 1 деталі на верстаті з ЧПУ, грн.

$N_{пр}$ – програма випуску, шт.

Додаткова заробітна плата знаходиться за формулою:

$$ЗПдод = ЗПосн \cdot k = 77365,97 \cdot 0,4 = 30946,38$$

k – коефіцієнт, що враховує премії та доплати. При виконанні дипломної роботи приймаємо $k=0,04$.

В серійному виробництві відрядну розцінку ($R_{від}$) визначають за формулою (грн.):

$$R_{від} = \frac{T_{ст.денна}}{N_{вир}} \cdot K_{мн} = \frac{168.192}{248,64} \cdot 0,66 = 0,849$$

де $T_{ст.денна}$ – денна тарифна ставка, грн.;

$N_{вир}$ – норма виробітку за зміну, одиниць;

$K_{мн}$ – коефіцієнт врахування багатOVERстатного обслуговування; приймається з урахуванням норми багатOVERстатного обслуговування

Таблиця 9. Розрахунок розцінки на деталь

Найменування операції	Розряд роботи	Годинна тарифна ставка, грн.	Тшт, хв.	Кмн	$R_{від}$, хв.
Токарна з ЧПУ	4	26.4	1,9798	1	0,845

Таблиця 10. Розрахунок загальної суми заробітної плати виробничих робітників на одну деталь

Відрядна розцінка, грн.	Основна зарплата, грн.	Додаткова зарплата, грн(%від основної)	Загальна сума зарплати, грн.	Єдиний соціальний внесок, грн.(22%)
0,849	0,849	0,3396	1,1886	0,2615

Таблиця 11. Розрахунок загального фонду зарплати виробничих робітників

Річна приведена програма	Відрядна розцінка, грн.	Прямий фонд зарплати, грн.	Додаткова зарплата, грн., (% від основної)	Загальний фонд зарплати, грн.
	0,849	77365,97	30946,38	108312,35

4.3 Розрахунок загальноновиробничих витрат.

Склад витрат на утримання, ремонт і експлуатацію устаткування заносимо до таблиці 12. (ВУРЕУ).

Таблиця 12. Витрати по різних статтях

№ з/ п	Найменуванн я статей	Сума, грн.						
		План	Допоміжні матеріали	Паливо та енергія	Зарплата	Єдиний	Амортизація	Інші витрати
1	Амортизація виробничого обладнання	303572,5	-	-	-	-	303572,5	-
2	Експлуатація інших робітничих місць	218588,29	19250	118219,22	66491,04	14628,03	-	-
3	Поточний ремонт виробничого обладнання	105875	105875	-	-	-	-	-

4	Внутрішнє заводське переміщення вантажів	52937,5	.	.	.	.	52937,5	.
5	Знос малоцінних інструментів	1000	.	.	.	.	1000	.
6	Інші витрати	6819,73	.	.	.	.	.	6819,73
Всього:		688793,02	125125	118219,22	66491,04	14628,03	357510	6819,73

1. Амортизація виробничого обладнання, грн.:

$$Sam1 = \frac{Сперв1 \cdot Ha1}{100} = \frac{1925000 \cdot 15}{100} = 288,750$$

де $Ha1$ - норма амортизації (береться по базовому заводу) - % за рік;

$Сперв1$ – первісна вартість верстата з ЧПУ, грн.

2. Амортизація інструментів та приладів, грн.:

$$Sam2 = \frac{Сперв2 \cdot Ha2}{100} = \frac{211750 \cdot 7}{100} = 14822,5$$

де $Ha2$ - норма амортизації (береться по базовому заводу) - % за рік;

$Сперв2$ – первісна вартість інструмента та приладів, грн.

Всього по ст.1: $Sam = Sam1 + Sam2 = 288750 + 14822,5 = 303572,5$

Ст.2. Експлуатація обладнання та інших робочих місць

1. Допоміжні матеріали – 19250 грн

Приймаємо на верстат в рік 1 % вартості верстата, грн.

2. Витрати на паливо та енергію:

а) Витрати на силову електроенергію (Ve) складають:

$$Ve = We \cdot Ce = 51723,01 \cdot 1,5 = 77584,51$$

де Ce - вартість 1 кВт/год силової електроенергії, грн.;

We – витрати електроенергії, кВт/год.

Витрати електроенергії знаходять за формулою:

$$We = \frac{P_y \cdot \Phi_d \cdot K_z \cdot K_o}{\text{Чс} \cdot \text{Чд}} = \frac{24 \cdot 3758 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{0,93 \cdot 0,9} = 51723,01$$

де P_y – підсумкова встановлена потужність устаткування, кВт;

Φ_d – дійсний фонд часу роботи устаткування, год;

K_z – коефіцієнт завантаження устаткування;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи електродвигунів, складає 0,6/0,7;

Чс – коефіцієнт корисної дії живильної електромережі, складає 0,92/0,95;

Чд – ККД установлених електродвигунів, складає 0,8/0,9.

б) Витрати на стиснене повітря ($V_{ст}$) визначаються за формулою (грн.)

$$V_{ст} = Q_{ст} \cdot \text{Ц}_{ст} = 13228,11 \cdot 0,7 = 9259,71$$

де $\text{Ц}_{ст}$ – ціна 1 м³ стиснутого повітря, грн.;

Річні витрати стиснутого повітря (м³) знаходять за формулою:

$$Q_{ст} = 1,1 \cdot g_{ст} \cdot \Phi_d \cdot K_z \cdot n = 1,1 \cdot 4 \cdot 3758 \cdot 0,8 \cdot 1 = 13228,16$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря;

$g_{ст}$ – найбільші годинні витрати стиснутого повітря, при безперервній роботі дорівнюють 4 м³;

n – кількість верстатів.

в) Витрати на воду (емульсію) (Q_v) знаходять за формулою (грн.):

$$Q_v = Q_{ем} \cdot \text{Ц}_{ем} = 250 \cdot 125,5 = 31375$$

$Q_{ем}$ – кількість емульсії витраченої на всі верстати за рік, л.

Приймаємо норму витрат емульсії на рік на верстати:

170 л - свердлувальний верстат;

250 л - токарний, револьверний верстат;

450 л – фрезерний, шліфувальний, протяжний, зубофрезерний верстат.

Всього палива та енергії: $77584,51 + 9259,71 + 31375 = 118219,22$

3. Зарплата наладчика 66491,04 грн.

4. Єдиний соціальний внесок приймаємо у розмірі 22% від заробітної плати- 14628,03 грн

Всього по ст.2: $19250 + 118219,22 + 66491,04 + 14628,03 = 218588,29$ грн.

Ст.3. Поточний ремонт виробничого обладнання

Допоміжні матеріали приймаємо у розмірі 5 % від балансової вартості обладнання – грн.

$$2117500 \cdot 0,05 = 105875 \text{ грн}$$

Ст. 4. Внутрішнє заводське переміщення вантажів

Амортизація транспортних засобів, приймаємо у розмірі 25% від вартості транспорту – грн.

$$211750 \cdot 0,25 = 52937,5 \text{ грн.}$$

Ст.5. Знос малоцінних та швидкозношуваних предметів

Приймаємо у сумі 1000 грн. на рік на одного виробничого робітника – грн.

2 робітники – 2000 грн.

Ст. 6. Інші витрати

Приймаємо у розмірі 1 % від суми попередніх 5 статей- грн.

$$681973,29 \cdot 0,01 = 6829,73 \text{ грн.}$$

Всього ВУРЕУ дорівнює сумі ст.1-6.

$$\text{На 1 деталь: ВУРЕУ} = \frac{\text{ВУРЕУ}}{N_{\text{пр}}} = \frac{689793,02}{91126} = 7,57 \text{ грн.}$$

Визначення витрат зносу фахового інструменту і приладів цільового призначення (I_n) включають у витрати, пов'язані з виготовленням та підтримкою у працездатному стані фахового техоснащення. Величина цих витрат визначається укрупнено в розмірі 25 % від балансової вартості верстатів (на одну деталь):

$$I_n = \frac{S_{\text{бал}} \cdot 25\%}{N_{\text{пр}} \cdot 100\%} = \frac{2117500 \cdot 0,25}{91126 \cdot 1} = 5,81 \text{ грн.}$$

Де $S_{\text{бал}}$ – балансова вартість обладнання, грн.

Цехові витрати – це витрати на обслуговування виробничого процесу та на утримання виробничих приміщень, витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища.

Приймаємо розмір цехових витрат укрупнено в розмірі 70 % від суми прямого фонду зарплати виробничих робітників і ВУРЕУ:

$$ЦВ = \frac{(З_{\text{Посн}} + \text{ВУРЕУ}) \cdot \% \text{цехових витрат}}{100 \cdot N_{\text{пр}}} = \frac{(977365,97 + 689793,02) \cdot 75\%}{100 \cdot 91126} = 5,89$$

Разом загальнопромислові витрати: $7,57 + 5,81 + 5,89 = 19,27$ грн.

4.4 Розрахунок повної собівартості (калькуляція)

Розрахунок повної собівартості заносимо до таблиці.

Таблиця 13. Калькуляція собівартості виробу

№ з/п	Калькуляційні статті витрат	Сума, грн.
1	Прямі матеріальні витрати	10,091
2	Прямі витрати на оплату праці	1,1886
3	Відрахування на соціальні заходи	0,2615
4	Загальновиробничі витрати	19,27
	Разом виробнича собівартість виробу	30,81

Визначаємо собівартість приведенного випуску деталей (грн.) помноживши повну собівартість (Спр) на програму випуску по дільниці (Nпр):

$$\text{Спр} \cdot \text{Nпр} = 30,81 \cdot 91126 = 2807692 \text{ грн.}$$

4.5. Розрахунок економічної ефективності.

Зниження собівартості продукції:

а) У грошовому виразі, грн.:

$$\text{Сзн} = \text{Сзав} - \text{Спр} = 40 - 30,8111 = 9,1889$$

де Сзав, Спр - собівартість деталі по заводу та проекту.

б) У відсотках, %:

$$\text{Tзн} = \frac{\text{Сзав} - \text{Спр}}{\text{Сзав}} \cdot 100\% = \frac{40 - 30,8111}{40} \cdot 100\% = 22,5\%$$

Термін окупності капітальних вкладень (р.) визначається за формулою:

$$\text{Ток} = \frac{\text{К}}{(\text{Сзав} - \text{Спр}) \cdot \text{Nпр}} = \frac{3176250}{9,1889 \cdot 91126} = 3,79$$

де К – капітальні витрати (загальна сума основних фондів), грн.

Річний економічний ефект дорівнює:

$$\text{Ер} = (\text{С зав} - \text{Спр}) \cdot \text{Nпр} - \text{Ен} \cdot \text{К} = (40 - 30,8111) \cdot 91126 - 0,2 \cdot 3176250 = 202097,7014$$

де Ен – нормативний коефіцієнт ефективності (Ен = 0,2).

Зниження трудомісткості (%) визначається за формулою:

$$A = \frac{\text{Тшт.зав.} - \text{Тшт.пр.}}{\text{Тшт.зав.}} \cdot 100\% = \frac{1,9798 - 1,85}{1,9798} \cdot 100\% = 6,5$$

де Тшт.зав., Тшт.пр – норма штучно-калькуляційного часу по заводу та проекту, хв.

Підвищення продуктивності праці (%):

$$\Pi = \frac{A}{100 - A} \cdot 100\% = \frac{6,5}{100 - 6,5} \cdot 100\% = 6,9$$

де А - % зниження трудомісткості.

5. Охорона праці

5.1. Обов'язки роботодавця щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці

Згідно із ЗУ «Про охорону праці» керівник підприємства забезпечує роботу служби охорона праці, а саме:

- засновує службу охорони праці, вибирає керівника, на якого покладає вирішення питань пов'язаних з ОП;
- створює та розробляє норми та методи, за допомогою яких можна досягти підвищення рівня охорони праці;
- розробляє пофілактичні заходи;
- контролює належність використання виробничих та невиробничих приміщень, устаткування, обладнання;
- розробляє методичку профілактики нещасних випадків та контролює її виконання;
- організовує та контролює проведення аудиту ОП;
- затверджує інструкції, що були розроблені відділом охорони праці та іншими відділами, що відповідають за розробку нормативно-правових актів з охорони праці на підприємстві;
- контролює дотримання працівниками правил, встановлених на данному підприємстві;
- застосовує всі важелі свого впливу для допомоги потерпілим, якщо на підприємстві виникла аварія чи нещасний випадок.

Обов'язки працівника:

- працівник зобов'язаний піклуватися про власну безпеку і здоров'я, та безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт;
- володіти знаннями з питань охорони праці та вміти ними користуватись;
- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

5.2. Організація режиму праці та відпочинку на підприємстві.

Відповідно до статті 45 Конституції України гарантується право на відпочинок всім працівникам. Згідно цієї статті людина має право на вихідні дні, щорічну відпустку, зменшення тривалості зміни у нічний час доби, а також на скорочену робочу зміну для деяких професій і виробництв, вихідні та святкові дні, інші умови виконання данної статті Конституції України визначаються законом. Час для відпочинку – це час за якого людина вільна від роботи і може цей час використовувати за своїми побажаннями.

Відповідно до законодавства робітникові надається час для обіду та відпочинку, не менше однієї години в робочий час. Згідно з правилами внутрішнього трудового розкладу підприємства час на обід та відпочинок може збільшуватись, або зменшуватись. Робітники можуть використовувати цей час за своїм побажанням.

5.3. Види інструктажів, розробка інструкцій та ведення документації.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Інструкції з охорони праці розробляються відповідно до переліку інструкцій, який складається службою охорони праці підприємства за участю керівників підрозділів, служб головних спеціалістів, служби організації праці та заробітної плати. Загальне керівництво розробленням (переглядом) інструкцій покладається на роботодавця. Необхідні інструкції розробляються (переглядаються) безпосередніми керівниками робіт, які є відповідальними за своєчасне їх виконання. Інструкції, які вводяться в дію (переглядаються) на підприємстві, реєструються службою охорони праці в журналі реєстрації інструкцій з охорони праці на підприємстві. Перегляд інструкцій проводиться в строки, передбачені нормативно- правовими актами з охорони праці, на основі яких їх розроблено, але не рідше ніж один раз на 5 років, а для робіт з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, - не рідше ніж один раз на 3 роки.

Висновки

У технологічному та конструкторському розділах було виконано вибір, розрахунок і розробку різних етапів кваліфікаційної роботи відповідно до змісту роботи, з метою виготовлення деталі "Пята PVS90" з використанням сучасного верстата з числовим програмним керуванням EMCO Nuperturn 45, з використанням новітнього різального інструменту та устаткування, для збільшення обсягів виробництва деталі та зменшення її собівартості, а також для зменшення витрат виробництва по виготовленню деталі "Пята PVS90".

У економічному розділі досліджено собівартість виготовлення деталі «Пята PVS90» на середньосерійному виробництві. В результаті використання верстата з числовим програмним керуванням EMCO Nuperturn 45 було отримано наступні техніко-економічні показники:

- зниження собівартості деталі на 22,5%;
- зниження трудомісткості на 6,5%;
- підвищення продуктивності праці на 6,9%;
- термін окупності капітальних витрат 3,79 роки.

Охорона праці у будь-якому виробництві є одним з найважливіших елементом роботи. Дотримання всіх вимог з охорони праці допоможе забезпечити безпеку працівників, а також звести до мінімуму кількість нещасних випадків на виробництві. Органи державного контролю за охороною праці можуть припинити роботу підприємства, у випадку недотримання охорони праці на виробництві.

Список використаної літератури.

1. Приходько, В. П. Розроблення та розрахунок конструкцій верстатних пристроїв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 89 с.
2. Пузирьов О.Л. Методичні рекомендації до виконання, оформлення та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти спеціальності 131 "Прикладна механіка" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання (освітня програма «Прикладна механіка»), Кропивницький, ЕТІ імені Роберта Ельворті, 2022
3. Каталог KENNAMETAL, Master Catalogue, VOLUME ONE, ROTATING TOOLS, 2018.
4. Каталог KENNAMETAL, Master Catalogue, VOLUME TWO, TURNING TOOLS, 2018.
5. Желобова Т.А. Розрахунок припусків на обробку деталей. Машинобудування. Донецьк, 2005. – 52 с.
6. Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Обработка специальных материалов в машинобудовании: Довідник. – Донецьк, 2002. – 264 с. 15.
7. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування: Підручник. – Житомир: ЖДТУ, 2005.-882с.
8. Технічні умови ТУ48-21-356-2010. Прутки пресованні з латуні марки ЛМцСКА58-2-2-1-1. Кіровоград, 2010, 5с.
9. ДСТУ ГОСТ 3.1128-2014. Єдина система технологічної документації. Київ, 2015, 3с.
10. Паспорт верстату з ЧПК Emco Huperturn 45, 112с.

Додаток А

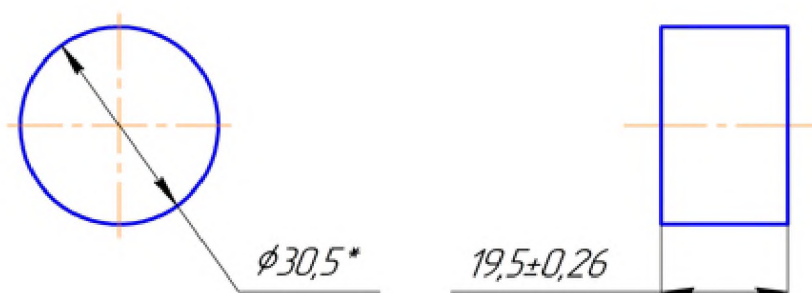
Маршрутна карта

ГОСТ 3.1118-82 форма 1

Дубл.																									
Замість																									
Оригінал																									
																				2	1				
Розробив	Савенко																								
Перевірів	Пузирьов																								
Н.контр.	Пузирьов									Пата PVS90												ДП	005		
M01	ЛМЦСКА 58-2-2-1-1																								
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.внтр	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри					КД	МЗ											
		кг						Пруток 30,5					10000												
A	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа															
B					Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.					
A03				005	Відрізна					ІОТ №210, ІОТ №144															
B04	381101				Лентопильний верстат SH3028					1															0,4
A05				010	Термообробка																				
B06	381101				Відпуск					1															
A07				015	Токарна з ЧПУ					ІОТ №205, ІОТ №144															
B08	38161				Токарний з ЧПУ Emco Hyperturn SM2					1															1,8/1,86
A09				020	Слюсарна					ІОТ №86															
B10					Притупити гострі поверхні					1															0,7
A11				025	Мийка					ІОТ №90, ІОТ №144															
B12	381312				Моїчна машина SIMPLEX BIG																				0,05
A13				030	Комплектування																				
B13					Покласти деталі в касету																				0,227
B14																									
A15																									
МК	Маршрутна карта																								

Додаток Б

Креслення заготовки PVS90-01.101

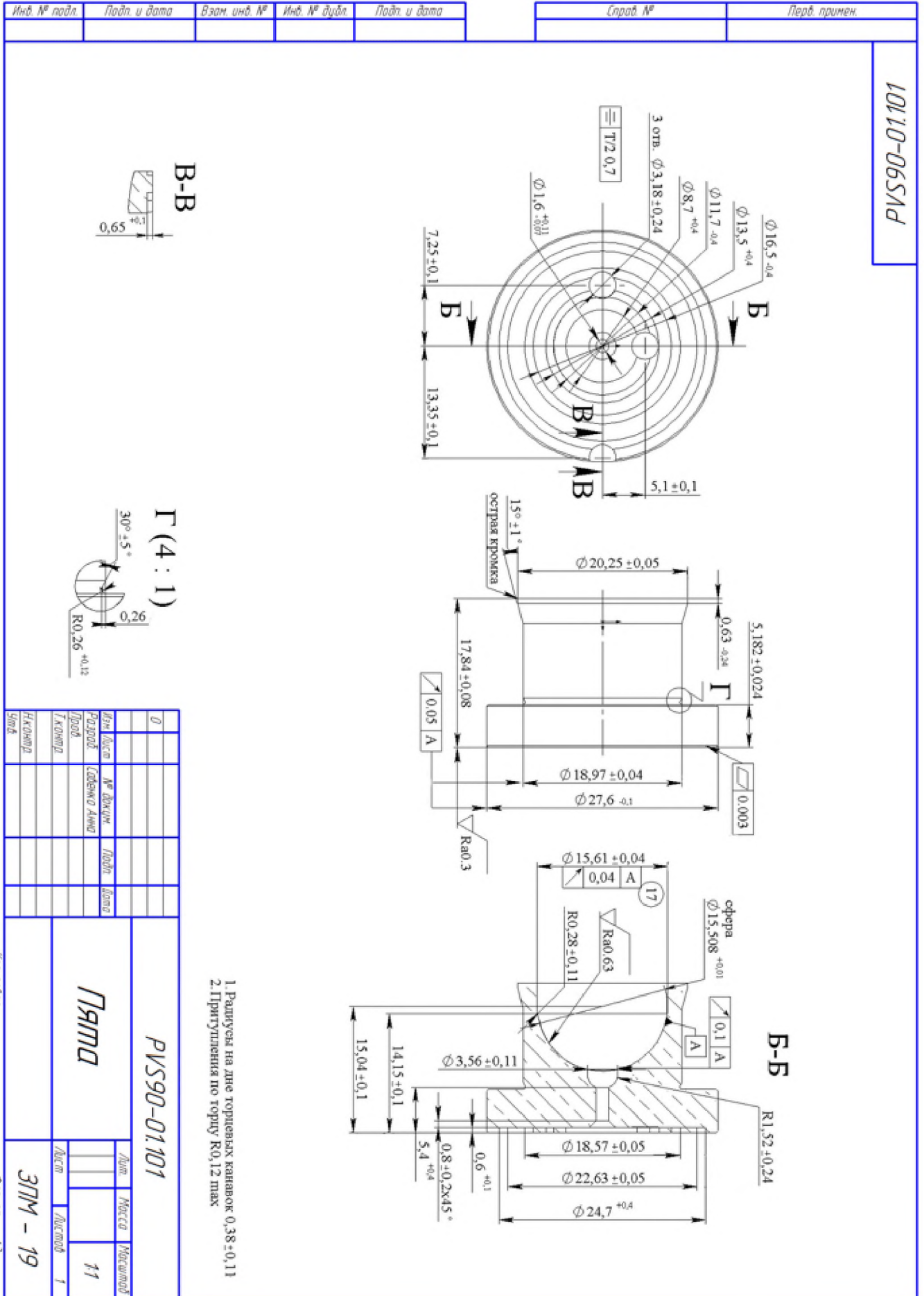
Перв. примен.	PVS90-01.101					
Справ. №						
Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	1. * Размер для справок			
Подп. и дата	PVS90-01.101					
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инд. № подл.	Разраб.	Проб.	Т.контр.	Заготовка		
Инд. № подл.	Н.контр.	Утв.	ЛМЦСКА58-2-2-1-1			
			Лист			Листов 1
			Масса		Масштаб 1:1	
			Формат А4		ЗПМ - 19	

Копировал

Формат А4

Додаток В

Креслення деталі PVS90-01.101

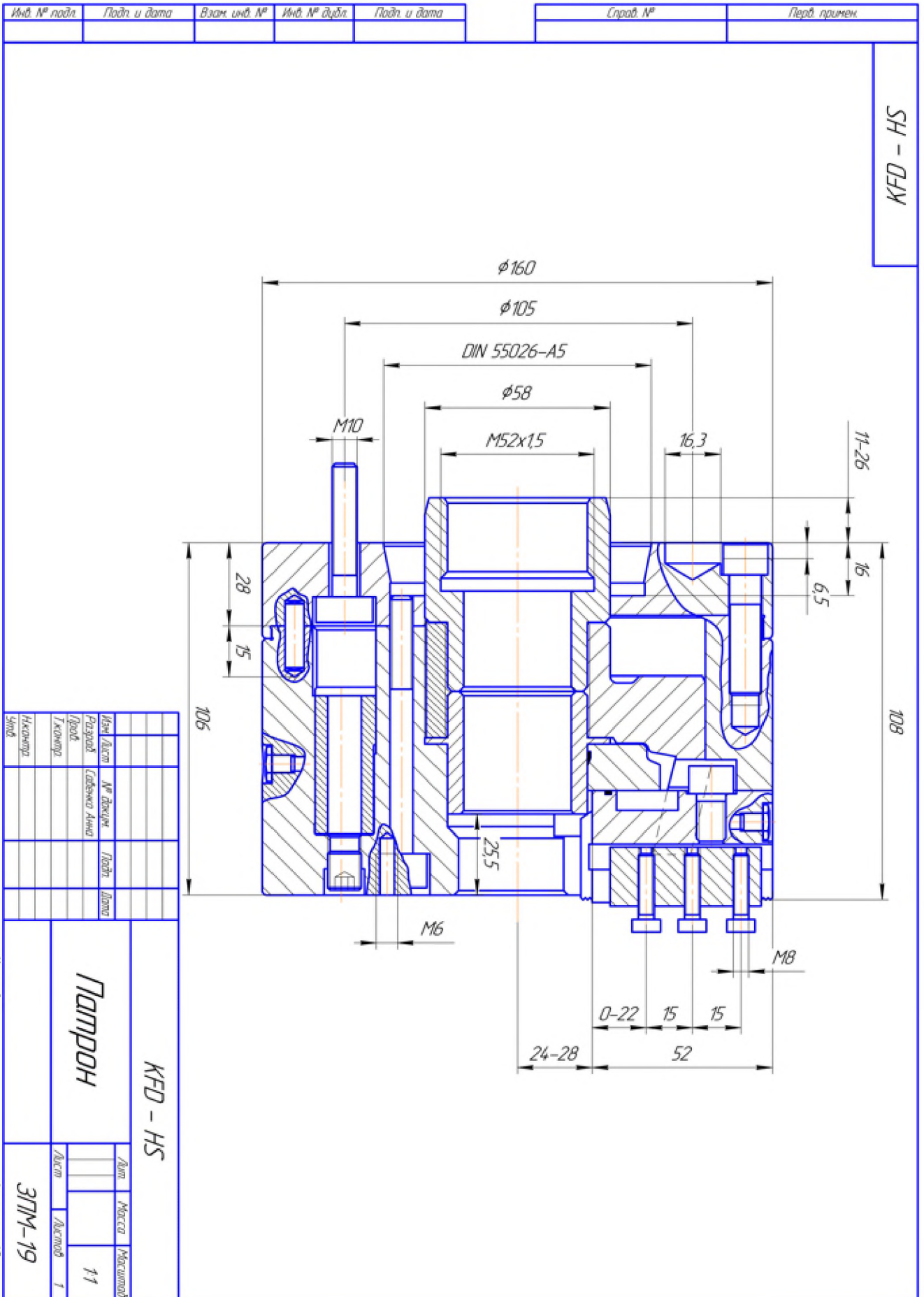


1. Радиусы на дне торцевых канавок $0,38 \pm 0,11$
 2. Пригнутости по торцу $R0,12 \max$

\emptyset					
	Инв. лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разработ.	Собств. Архив			
	Проект.				
	Технол.				
	Нормир.				
	Упр.				

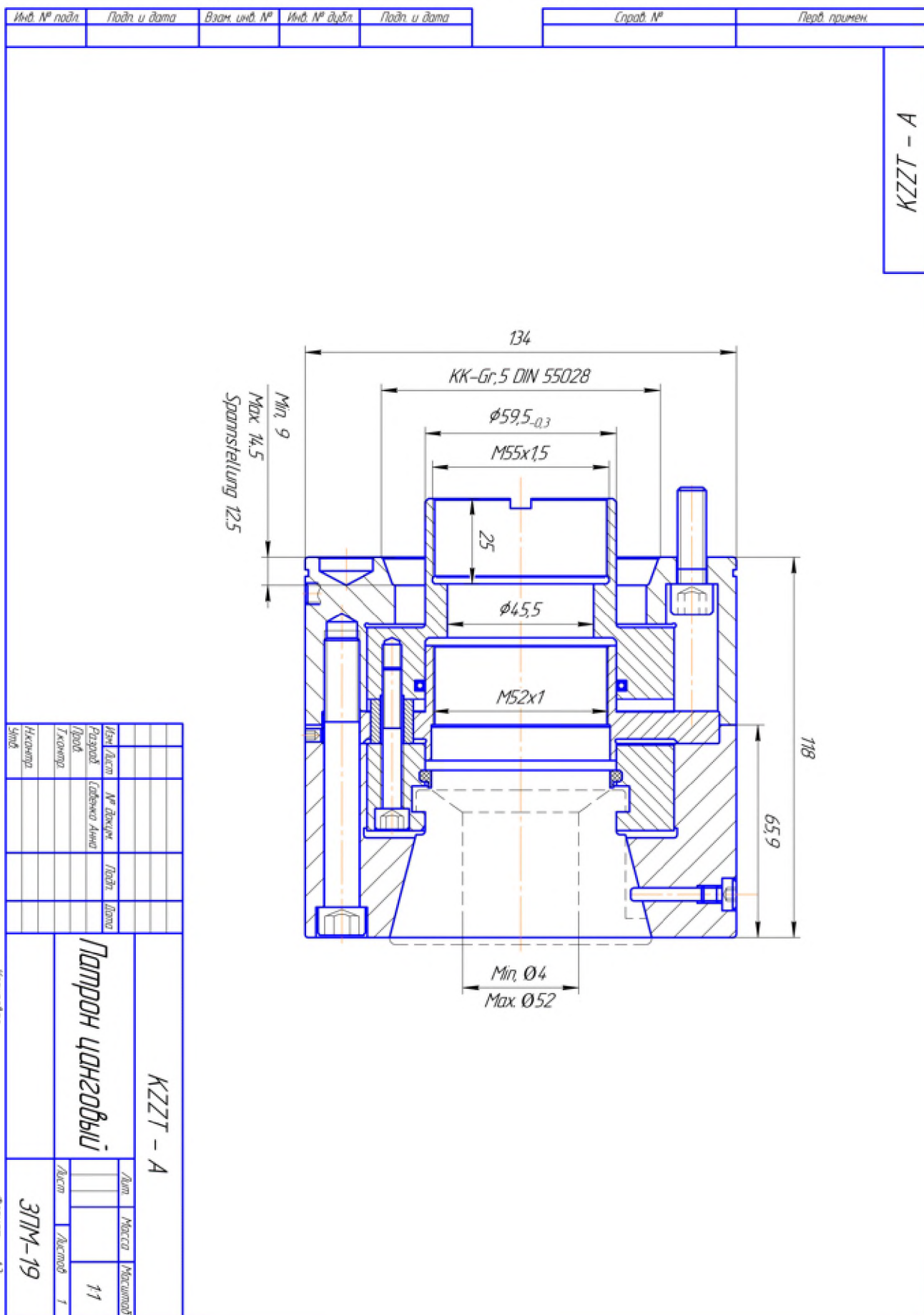
Додаток Г

Креслення трьохкулачкового патрону KFD-HS



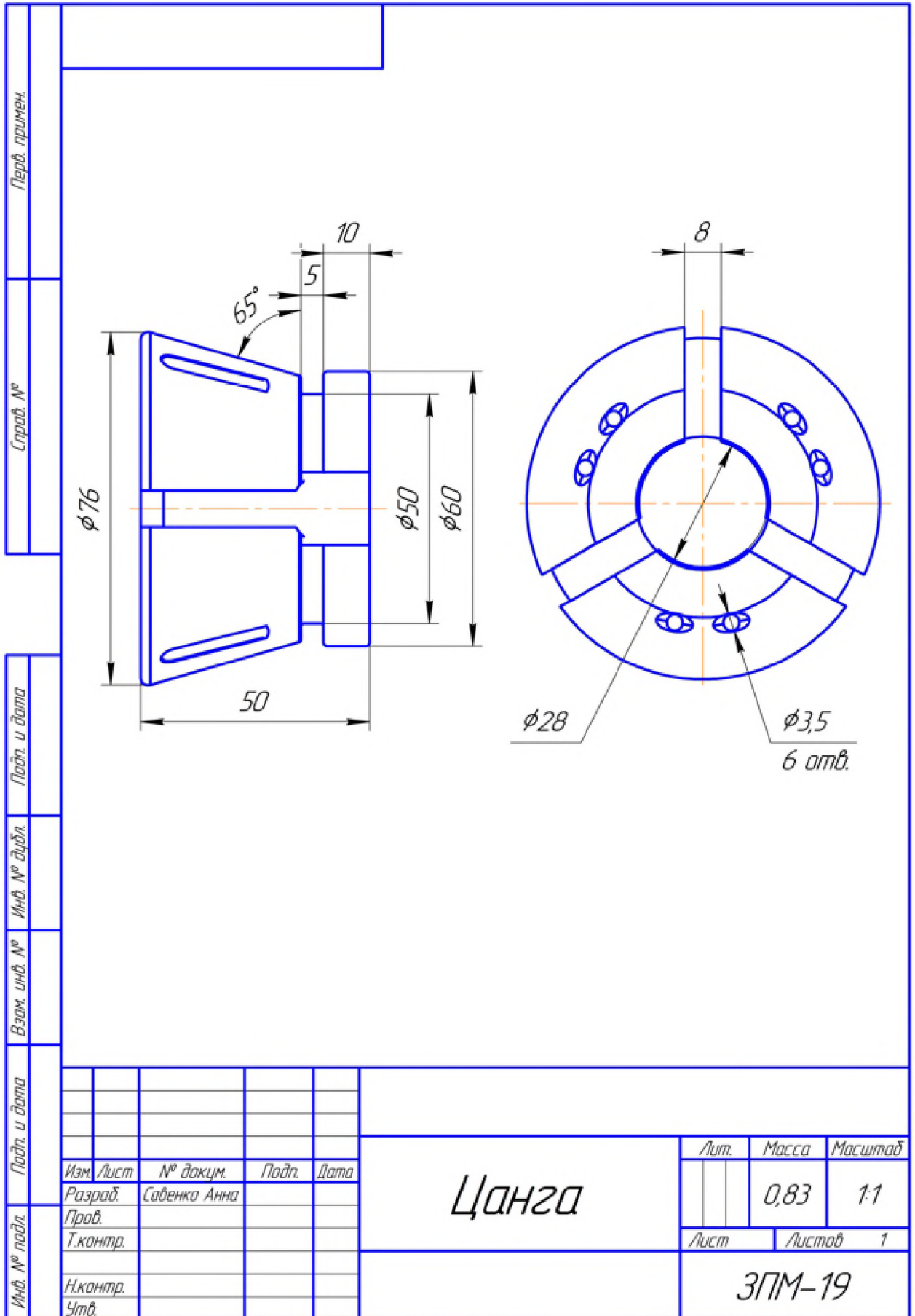
Додаток Д

Креслення цангового патрону KZZT-A



Додаток Ж

Креслення цанги

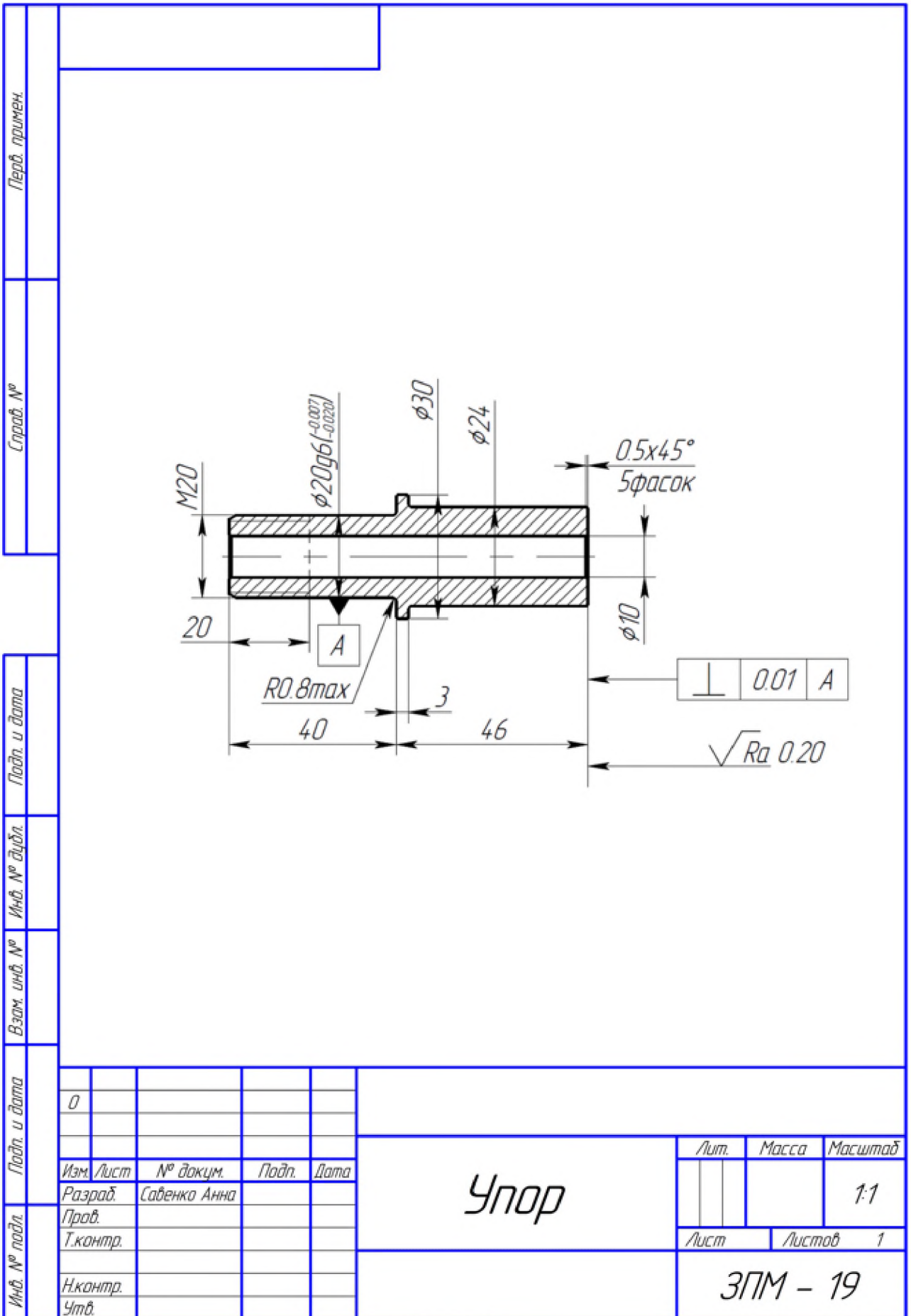


Копировал

Формат А4

Додаток 3

Креслення упора



Копиравал

Формат А4