

Міністерство освіти і науки України
Державний університет “Житомирська політехніка”
Кафедра механічної інженерії

“На правах рукопису”
УДК 621.91.002

“До захисту допущено”
Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
зі спеціальності 131 “Прикладна механіка” (ОПП “Високотехнологічний
комп'ютерний інжиніринг”)
на тему: **“Технічна підготовка дрібносерійного виробництва форм чорнових
для лиття скляних виробів медичного призначення”.**

МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00-ПЗ

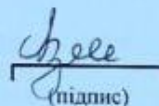
Студент групи

ПМ-142

шифр групи

Лонський Владислав Олександрович

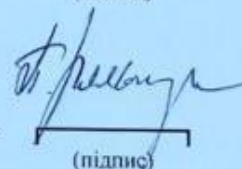
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)

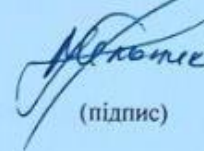

(підпис)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
механічної інженерії



(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ Лонському Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технічна підготовка дрібносерійного виробництва форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення».

Керівник роботи: Мельничук Петро Петрович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від «20» «03» 2025 р. № 10218

2. Строк подання студентом роботи - 9 червня 2025 року.

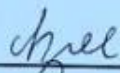
3. Вихідні дані до роботи: виробничі потужності підприємств держави по виготовленню скляних виробів медичного призначення, ринкові пропозиції та потреби профільних підприємств в скляних об'ємних виробах, технічні характеристики машини для лиття скляних виробів медичного призначення, технологічні особливості скляного лиття, конструктивні параметри робочої зони формоутворення скляних виробів, конструктивні рішення литтєвих форм для виготовлення скляних виробів, науково-технічна література по конструюванню форм чорнових для машин лиття скляних виробів медичного призначення, патенти на форми чорнові для лиття скляних виробів медичного призначення, технології виготовлення литтєвих форм чорнових діючих профільних підприємств, довідники по проектуванні різальних інструментів та з технології машинобудування, інформаційні матеріали по САПР тощо.

4. Перелік завдань, які потрібно вирішити: Обґрунтувати доцільність використання діючого на профільному підприємстві обладнання для лиття скляних виробів медичного призначення, виконати оцінку технологічності форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення, виконати конструкторсько-технологічну підготовку виробництва форм чорнових для лиття скляних виробів - уточнити параметри форм чорнових для точного лиття, виконати 3D моделювання виробу, розробити маршрутну і операційну технології виготовлення форм чорнових для малосерійного виробництва, обґрунтувати вибір металообробного обладнання, різальних інструментів, пристосувань та контрольно-вимірювальної техніки, здійснити технічне нормування, оформити комплекс технологічної документації.

5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 1. Загальний вигляд установки для лиття об'ємних скляних виробів медичного призначення – 1 арк. презентації; 2. Кресленики форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення і їх 3D моделі - 2 арк. презентації; Технологічні операції оброблення поверхонь форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення - 3-4 арк. презентації; Верстатні пристосування установки заготовок форм чорнових для виконання технологічних операцій - 2 арк. презентації; Кресленик спеціального різального інструменту - 1-2 арк. презентації; Кресленик спеціального контрольного пристосування - 1 арк. презентації; Комплект технологічної документації - 2-3 арк. презентації.

6. Дата видачі завдання 10 лютого 2025 року.

Студент

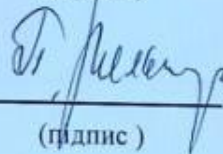


(підпис)

Лонський В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання розділу “Загально-технічний розділ”	05.03.2025	
2.	Виконання розділу “Конструкторська підготовка виробництва форм чорнових”	25.03.2025	
3.	Виконання розділу “Технологічна підготовка виробництва форм чорнових”	01.05.2025	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	06.05.2025	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	23.05.2025	
6.	Передзахист кваліфікаційної роботи	30.05.2025	
7.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	10.06.2025	
8.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	згідно графіку захистів	

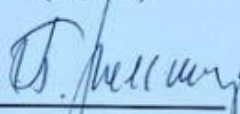
Студент


(підпис)

Лонський В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>			
A4		1	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A3		2	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-СК	Форма чорнова	1	
A3		3	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 01-КД	Форма чорнова (А)	1	
A3		4	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 02-КД	Форма чорнова (Б)	1	
A4		5	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00	Заготовка	1	
A2		6	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-СК	Пристосування	1	
A4		7	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-СП	Специфікація	1	
A4		8	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-СК	Різець для канавки	1	
A4		9	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-СП	Специфікація	1	
			<u>Технологічна документація</u>			
A4		7	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-МК	Маршрутна карта	5	
A4		8	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ОК	Операційна карта	23	
A4		9	МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-КЕ	Карта ескізів	23	

					МІ 131.00.1/Б 102/с XXX 00-ВР		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Разроб.	Лонський				Відомість бакалаврської роботи		
Перевір.							
Н.контр.							
Затверд.	Мельник О.Л.						
					Лит.	Лист	Листов
						1	1
					Державний університет «Житомирська політехніка», група		

АНОТАЦІЯ

Лонський В. О. Технічна підготовка дрібносерійного виробництва форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення – Рукопис.

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр», галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП “Високотехнологічна комп’ютерна інженерія”) – Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота містить 81 аркуш формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 35 рисунка, 9 таблиць та список літератури з 15 джерел.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проаналізовано виготовлення форм чорнових для лиття скляних виробів медичного призначення.

На основі літературного опрацювання фахових статей, статей закордонних видань, літературних джерел, інформації з сайтів виробників верстатного обладнання визначено напрямки модернізації форм чорнових.

Виконано розрахунки: режимів різання, технічне нормування технологічного процесу.

Розроблено маршрутний процес виготовлення форм чорнових, верстатний пристрій та стругальний різець для канавки в одній напів формі.

Зроблені висновки по роботі.

Ключові слова: форма чорнова, технічна підготовка, скляні вироби медичного призначення, склоформуєча машина EMHART I.S., лиття в кокіль, верстат HAAS VF-4, верстат 16K20Ф3, WPM63, URS 500 N, Pilous ARG 330 Plus, заготовка, різання, фрезерування, точіння, стругання, шліфування.

ANNOTATION

Lonsky V. O. **Technical preparation of small-scale production of rough molds for casting medical glass products** – Manuscript.

Bachelor's qualification work presented for the degree of higher education "Bachelor", field of knowledge 13 "Mechanical Engineering" specialty 131 "Applied Mechanics" (Educational program "High-Tech Computer Engineering") – State University "Zhytomyr Polytechnic", Zhytomyr, 2025.

The qualification work contains 81 sheets of A4 format explanatory note, including 35 figures, 9 tables and a list of literature from 15 sources.

The bachelor's qualification work analyzes the manufacture of rough molds for casting medical glass products.

Based on the literary study of professional articles, articles from foreign publications, literary sources, information from the websites of machine tool manufacturers, the direction of modernization of rough molds is determined.

Calculations were made: cutting modes, technical standardization of the technological process.

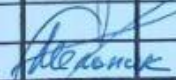
A route process for manufacturing rough molds, a machine tool and a planing cutter for a groove in one half of the mold were developed.

Conclusions were drawn on the work.

Keywords: rough mold, technical preparation, medical glass products, EMHART I.S. glass molding machine, chill casting, HAAS VF-4 machine, 16K20F3 machine, WPM63, URS 500 N, Pilous ARG 330 Plus, blanking, cutting, milling, turning, planing, grinding.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	4
1.1. Літературний огляд загальних питань виробництва склотари.....	4
1.1.1. Функціональне призначення склоформуючої машини EMHART I.S. типу EF 4 1/4.....	4
1.1.2. Процес виготовлення скловиробів.....	4
1.2. Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення деталі з використанням газопорошкового наплавлення покриттів на чавунні деталі.....	8
Висновки до розділу 1.....	10
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	11
2.1. Службове призначення деталі у вузлі.....	11
2.2. Основи конструювання форм чорнових.....	12
2.2.1. 3D модель деталі в програмі SolidWorks.....	14
2.3. Аналіз конструкції та допусків на розміри деталі.....	15
2.3.1. Конструктивні особливості деталі.....	16
2.3.2. Геометричні параметри та допуски.....	16
2.3.3. Технічні умови згідно креслення.....	17
Висновки до розділу 2.....	17
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	18
3.1. Аналіз вибраного матеріалу заготовки.....	18
3.2. Обґрунтування форми заготовки та способу її виготовлення.....	19
3.3. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	22
3.3.1. Розрахуємо складові параметри технологічності.....	23

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ		
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Лонський В. О					
Перевір.		Мельничук П. П.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Мельник О.Л			Літ. Арк. Аркушів		
					1 2		
					Державний університет «Житомирська політехніка», група ПМ		

3.4.Визначення програми випуску деталей та типу виробництв	25
3.5.Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	27
3.6.Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі	30
3.7.Вибір технологічного обладнання	35
3.8.Вибір засобів технологічного оснащення	42
3.9.Розрахунок режимів різання.....	45
3.10.Технічне нормування технологічного процесу	56
3.11.Розробка та обґрунтування операцій технологічного процесу	64
3.11.1.Технологічні операції.....	64
Висновки до розділу 3	66
4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	67
4.1.Проектування та розрахунок спеціальних верстатних пристроїв.....	67
4.1.1.Опис пристрою та принципу його дії.....	67
4.1.3.Розрахунок точності базування заготовки, сили затиску заготовки та параметрів затискного механізму	69
4.2.Проектування спеціального різального інструмента “Стругального різця”	74
4.2.1.Вибір геометричних параметрів	74
4.2.2.Вибір конструктивних елементів	75
Висновки до розділу 4	77
ВИСНОВКИ	78
ЛІТЕРАТУРА.....	79
ДОДАТКИ.....	81

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку машинобудівної промисловості особливої актуальності набуває завдання впровадження ефективних, економічно вигідних та технологічно вдосконалених виробничих процесів. Такі процеси отримання якості виробу мають відповідати вимогам ринку, забезпечуючи не лише високу якість кінцевої продукції, а й демонструвати високу продуктивність за мінімальних витрат ресурсів — як матеріальних, так і часових.

Даний дипломний проект присвячений конструкторсько-технологічному забезпеченню процесу виготовлення деталі «Форма чорнова», яка входить до складу склоформуючої машини EMHART I.S. типу EF 4 1/4.

В даному дипломному проекті передбачається покращити виготовлення деталі, щоб деталь виготовлювалася дрібносерійно для таких виробництв:

- ПрАТ «Мар'янівський склозавод»,
- ПрАТ БІО МЕД СКЛО,
- Ветропак Гостомельський Склозавод,
- Рокитнівський скляний завод ПрАТ,
- ТОВ "КОСТОПІЛЬСЬКИЙ ЗАВОД СКЛОВИРОБІВ",
- ТОВ «Малинівський склозавод».

Основне покращення виробництва деталі мають бути для ПрАТ «Мар'янівський склозавод». В ці покращення буде входити: виготовлення спеціального пристрою для зажиму деталі (для операцій 020, 025, 030, 035, 040), виготовлення спеціального різця для стругання в одній напів формі паза для замка, застосування для виготовлення ЧПК верстатів, оцінка та вибір оптимальних режимів різання.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Літературний огляд загальних питань виробництва склотари

1.1.1. Функціональне призначення склоформуючої машини EMHART I.S. типу EF 4 1/4

Шестисекційна двокрапельна склоформувальна машина призначена для виробництва склотари в широкому діапазоні за ємністю й різноманітної форми.

Формовка скловиробів на машині відбувається з поданої від живильника в'язкої каплі скломаси. Шість секцій машини розташовані послідовно, одна за другою. Вироби з них подаються на транспортер, розташований перед машиною, й встановлені в ряд на однаковій відстані один від одного подаються на наступні операції [1].

Для роботи машини (привід пневматичний!) потрібна велика кількість стиснутого повітря (див. технічні дані) й повітря низького тиску для охолодження [1].

Потреба в електроенергії незначна. Шестисекційна машина встановлюється в виробничій лінії й зв'язана з живильником-фідером, розташованим безпосередньо у виробничій частини скловарної печі, а також з транспортером. З точки зору монтажу й привода даного обладнання, ці установки утворюють один комплектний агрегат [1].

1.1.2. Процес виготовлення скловиробів

Капля через воронку /4/ падає в розкриту чорнову форму /2/ (верхня частина рис. 1.1, поз. 1). Подальша крапля падає на kern /3/, що знаходиться у верхньому положенні [2].

Перша операція – остаточне формування горла. Для цього після подачі краплі видувна головка (нижній піддон чорнової форми) повертається у воронку /4/ і через отвір у ній подає в чорнову форму стиснене повітря, який запресовує порцію скломаси в нижню частину чорнової форми, де розташовані kern /3/ і закрита горлова форма /1/. В результаті осадкового видування скломаса

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

притискає форму горлового кільця й керна, тим самим відбувається остаточне формування горла виробленого скловиробу (верхня частина рис. 1.1, поз. 2) [2].

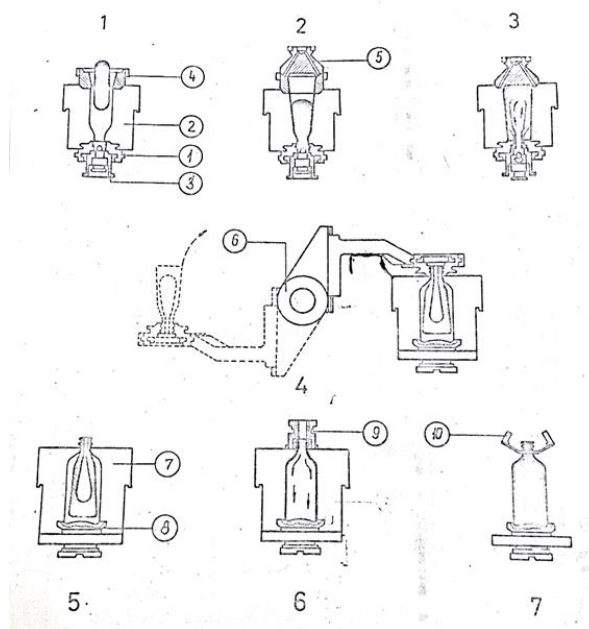


Рис. 1.1. Схема виготовлення скловиробів

Після формування горла керна відтягується в нижнє положення, при цьому мається можливість підігрів горлової частини з внутрішньої сторони (повторний підігрів) для полегшення наступної операції, попереднього видування з протилежної сторони. Одночасно з закінченням формування горла проводиться й інша операція: піднімається піддон чорнової форми /5/ і воронка /4/, послідовно видаляються й чорнова форма закривається зверху тільки піддоном /5/ [2].

В цьому положенні відбувається попереднє видування верхньої частини (рис. 1.1, поз. 3), в процесі якого відбувається розтягування скломаси в пульку.

Повітря для попереднього видування подається в форму через отвори в керні.

Після закінчення попереднього видування з чорнової форми відводиться піддон /5/, чорнова форма розкривається й пулька, котру держить горлове кільце, повертається механізмом /6/ в сторону чистової форми, котра в відкритому стані приймає пульку (рис. 1.1, поз. 4) [2].

Слід зазначити, що особливо при використанні керна великих розмірів може виникнути нагрів його в такій степені, що керна почне обсіпатися солом.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для запобігання цього явища kern обдувається стислим повітрям для попереднього видування. Попереднє видування, служачи таким чином одночасно й для охолодження керна, необхідно використати ще зарання до подачі наступної краплі. Це необхідно для того, щоб уникнути утворення воздушної подушки під краплею, що заважає запресовуванню скломаси в горлове кільце [2].

Після передачі пульки з чорнової в чистову форму, чистова форма /7/ закривається, а відкрита горлова форма повертається назад в сторону чорнової форми. Пулька висить в чистовій формі, закріплена за горло, як це показано на нижній частині (рис. 1.1, поз. 5) [2].

Цей період триває з кінця передачі в чистову форму до початку остаточного видування. За цей час відбувається повторний прогрів пульки. Завдяки цьому зменшується різниця температур внутрішньої скломаси. Одночасно з цим пулька під дією власної ваги розтягується в чистовій формі, на котру опускається видувна головка /9/. При допомозі поданого повітря відбувається видування пульки в чистовій формі й виріб набуває остаточної форми: скломаса приймає форму піддона чистової форми /8/ й самої чистової форми /7/, як це показано на нижній частині (рис. 1.1, поз. 6) [2].

Після цього відводиться видувна головка, чистова форма відкривається, цанги /10/ обхоплюють готовий виріб за горличко й встановлюють його спочатку на охолоджуючий столик. Зі столика спеціальним механізмом переміщається на транспортер, розташований попереду машини, й подається на наступну операцію [2].

Охолоджуючий столик виконаний з перфорованої пластини із термоізоляційного матеріалу, через отвори якої знизу подається повітря для охолодження готових скловиробів. Час затримки скловиробу на охолоджуючому столику являється важливим фактором якості виготовлених скловиробів. Для скловиробів може підтримуватися або розрідження, в залежності від довжини самого виробу й схеми його охолодження, або час його стояння на

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолоджуючому столі. Доцільно й найбільш ефективно охолоджувати скловиріб, подаючи його над столиком [2].

Капля подається в машину під однаковою виробничою температурою (приблизно 1200 °С), залежно від виду скла й типа виробу [2].

Приводні циліндри прийомних лотків, розташовані на верхній передній частині машини, в певному ритмі здійснюють рух двох лотків під очко фідеру, й направляють відрізану порцію скломаси в робочу частину машини [2].

Тим самим, подача краплі від живильника до машини здійснюється по системі лотків (рис. 1.2), що складається із трьох частин. Капля направляється спершу по верхньому рухаючомуся зігнутому прийомному лотку в прийомний проміжний лоток. Звідси капля попадає в третій нижній лоток, подаючий її в чорнову форму [2].

Процес виготовлення скловиробів проходить на даній машині по способу подвійного видування, тобто в першій стадії проходить попереднє видування скломаси в пультку, а у другій стадії остаточним видуванням виробу надається остаточна форма [2].

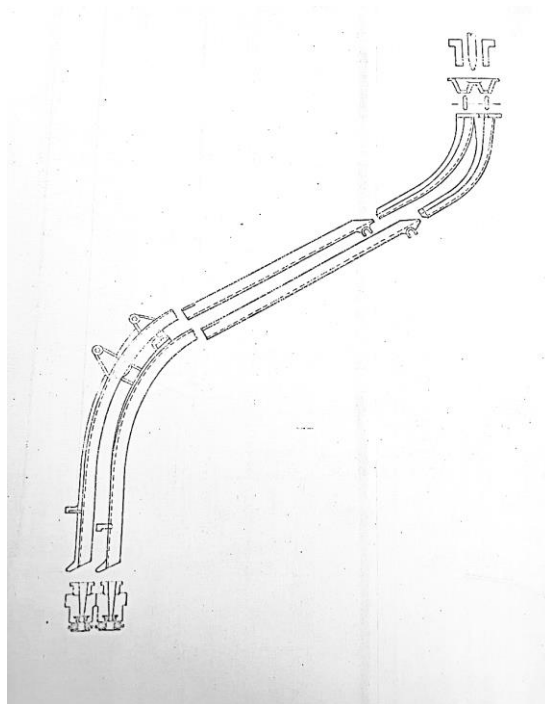


Рис. 1.2. Система лотків

Відповідно до цього, машина має дві сторони: чорнових і чистових форм.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схеми окремих стадій виготовлення виробів дані на рис. 1.1. У верхній частині показані операції, що проходять на стороні чорнових форм, а в нижній частині – на стороні чистової форми.

1.2. Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення деталі з використанням газопорошкового наплавлення покриттів на чавунні деталі

Процес нанесення покриттів газопорошковим наплавленням на деталі із чавуну обумовлений рядом особливостей. По-перше, адгезійна міцність зчеплення покриття з чавуном менша, ніж зі сталлю [3].

По-друге, суттєва різниця коефіцієнтів лінійного розширення основи (для чавуну $\alpha = (10 \div 12) \times 10^{-6}$) і покриття (для нікелю при температурі $T = 25 \dots 900^\circ\text{C}$ $\alpha = 16,3 \times 10^{-6}$) приводить до розтріскування наплавленого шару при охолодженні деталі [3]. Особливо суттєво це проявляється при наплавленні деталей діаметром 100 мм і більше. Експерименти показали [3], що розтріскування покриття проходить, як в процесі нанесення покриття, так і при охолодженні деталі. Під час наплавлення покриття поява тріщин викликана швидким локальним нагріванням і охолодженням окремих ділянок деталі. Процес охолодження деталі на відкритому повітрі також приводить до формування тріщин. Проведені дослідження дали можливість розробити технологію газопорошкового наплавлення деталей із чавунів [3]. Перед нанесенням покриття порошкові матеріали просували при температурі $130 \dots 150^\circ\text{C}$ на протязі 2...3 годин. Після натурального охолодження порошок розділяють на фракції з використанням установки мод. 029 з набором сит. Підготовка деталі для наплавлення покриття полягає в очищенні від забруднення, струменевої обробці поверхонь металевим дробом або корундом в герметичній камері при тиску стиснутого повітря $0,5 \dots 0,6$ МПа і відстані сопла пістолета до оброблюваної поверхні 80...100 мм [3].

При наплавленні покриттів застосовано пальник типу ГН-2, в якості пального газу – ацетилен або пропан бутан. До складу технологічних операцій

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

входить обов'язкове попереднє нагрівання деталі перед наплавленням до температури 250...300 °С, яке бажано виконувати в термопечі з метою економії зварювальних паливних газів і скорочення допоміжного часу. Процес наплавлення необхідно виконувати в спеціальному пристосуванні, яке унеможливило швидке охолодження частин деталі, віддалених від зони наплавлення (рис. 1).

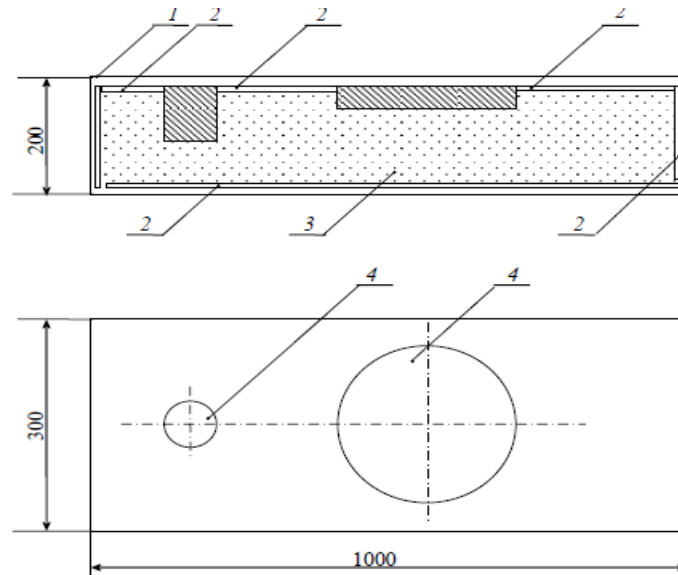


*Рис. 1.3 Схема термостата для наплавлення чавунних деталей [3]:
1 – корпус; 2 – теплоізоляція (азбест); 3 – річковий пісок; 4 – деталі*

Наплавлену деталь кладуть в термopіч, де її витримують на протязі 4 годин при температурі 600 °С з метою зняття внутрішніх напружень [3]. Процес охолодження деталі необхідно виконувати з невеликою швидкістю разом із термopіччю або в ящику із тепло ізолюючим матеріалом (річковий пісок, порошок вогнетривких матеріалів, азбестова крихта). В якості матеріалу покриття вибирають марку порошку в залежності від і експлуатаційних властивостей деталі, відновлюють або зміцнюють. Наприклад, для наплавлення деталей запірної арматури (тарілки, ущільнюючі кільця, сідла) доцільно застосовувати порошок ПГ-10Н-01 [3]. Твердість покриття становить 55...62 HRC_c. Відновлені по такій технології деталі із чавуна мають покриття високої якості.

Висновки до розділу 1

У розділі 1 було представлено інформацію про вузол - склоформувальну машину EMHART I.S. типу EF 4 ¼, у якому працює чорнова форма. Також було описано процес виготовлення скловиробів.

Окрім цього, було представлено сучасний підхід до виготовлення деталі з використанням газопорошкового наплавлення покриттів на чавунні деталі.

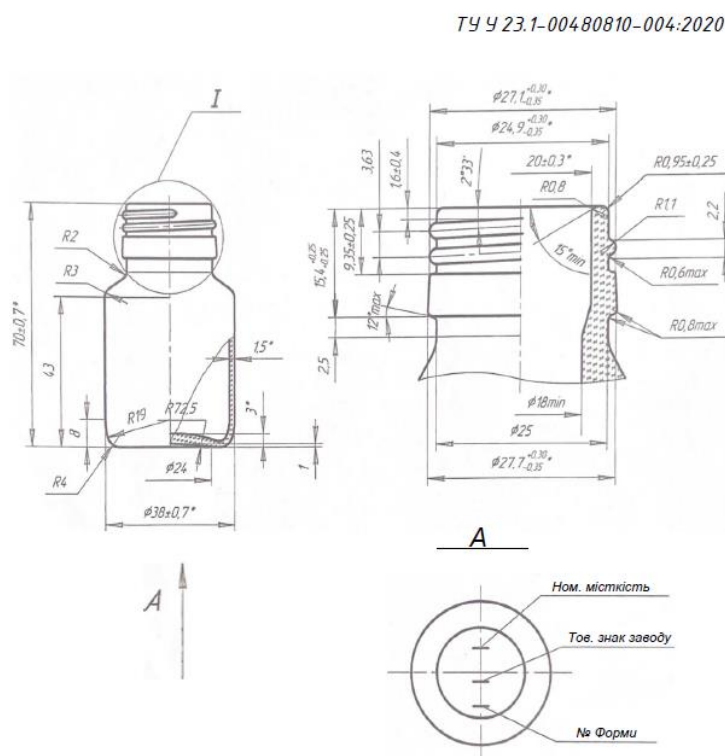
					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Службове призначення деталі у вузлі

Деталь, яка розглядається це – форма чорнова, яка виготовляється для машини яка формує скляні вироби медичного призначення .

Чорнова форма використовується для виготовлення медичних скляних виробів (рис. 2.1), призначених для зберігання медичних препаратів. Вона утворює основну форму баночок, які в подальшому опрацьовуються для досягнення остаточних вимог.



Номинальна місткість 30см^3

Повна місткість $42\text{см}^3 \pm 2,5\text{см}^3$

Рекомендована маса 51 гр

* Розміри для довідок

Рисунок Банки БВк-В-30-27-0С

Рис. 2.1 Медичний скляний виріб

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На наведеному складальному кресленні (рис. 2.2) під позицією (1,2) знаходиться форма чорнова.

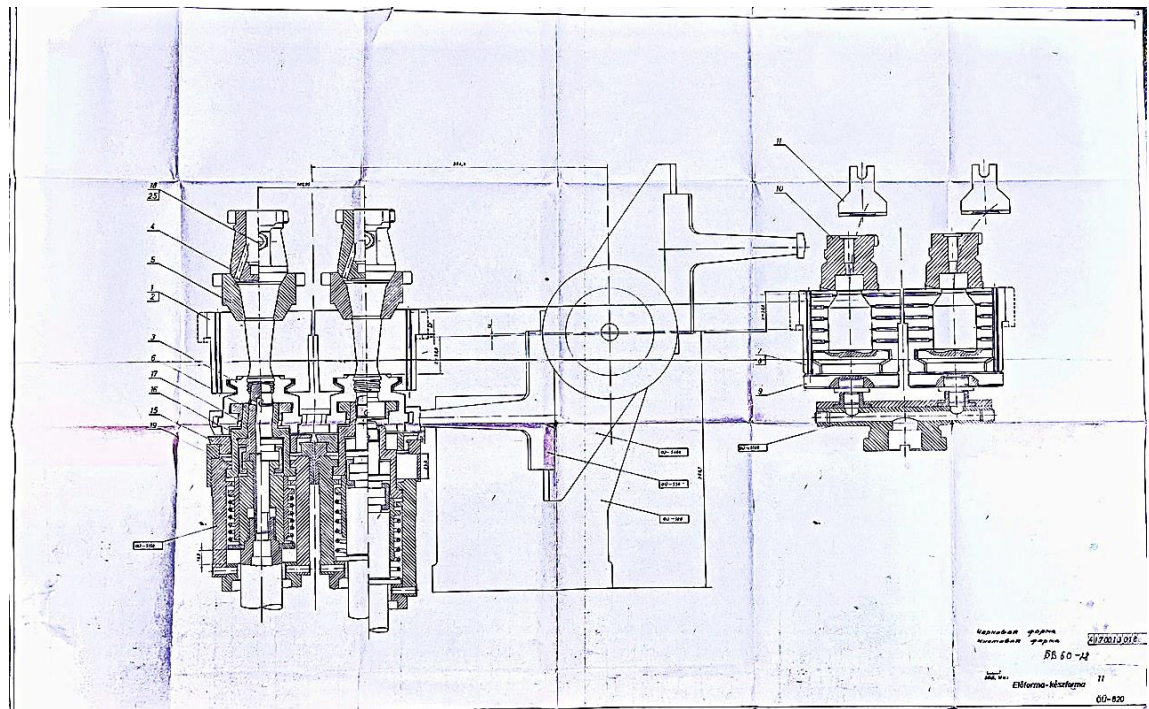


Рис. 2.2 Складальне креслення

2.2. Основи конструювання форм чорнових

Одним із найбільш важливих моментів скляного виробництва являється конструювання форм, оскільки від правильної конструкції форми залежить якість скляних виробів і їх собівартість.

Правильно сконструйована форма повинна відповідати вимогам виробництва, бути надійною, довго служити а її виробництво бути простим і недорогим. Конфігурація форми і конструктивне рішення її частин повинні відповідати особливостям технології скляного виробництва.

Також при виборі конструкції деталі потрібно врахувати профіль чорнової форми, слід звернути увагу на те, щоб товщина стінок кульки зростала у напрямку до піддону поступово, тобто чорнова форма повинна приблизно від середини поступово розширюватися до низу, приймаючи форму конуса, та знову трохи звужуватися.

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

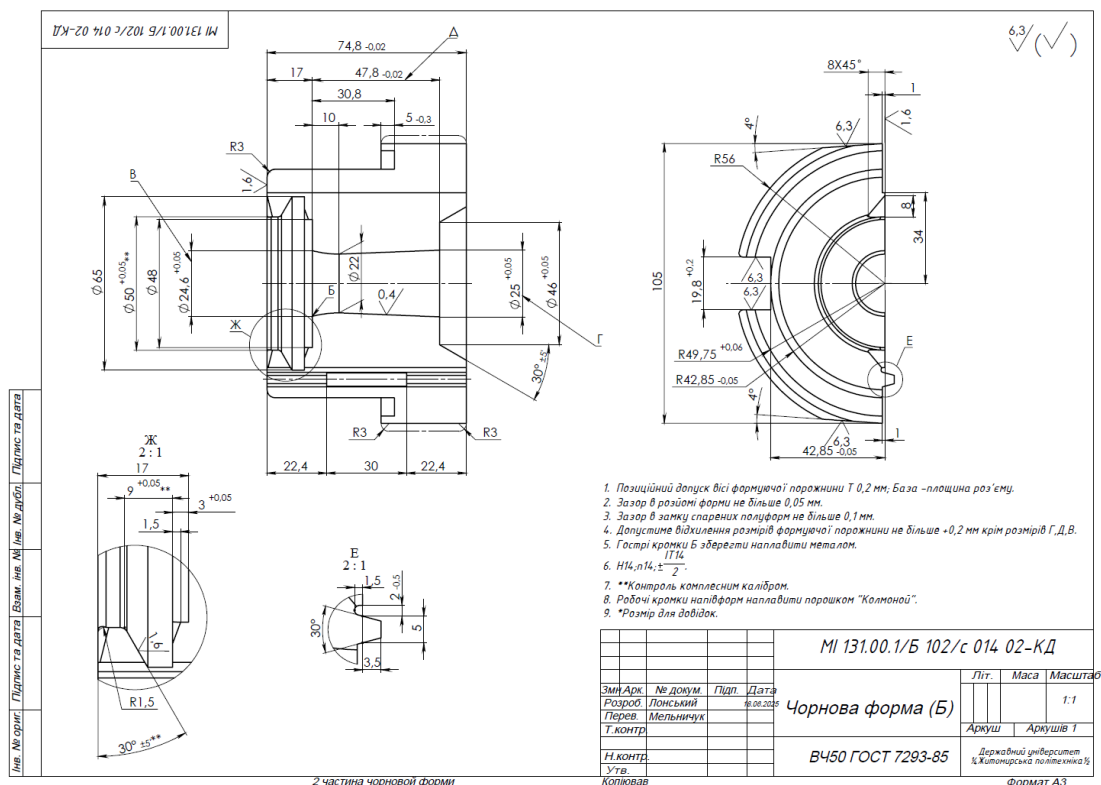


Рис. 2.5 Креслення форми чорнової (Б)

2.2.1. 3D модель деталі в програмі SolidWorks

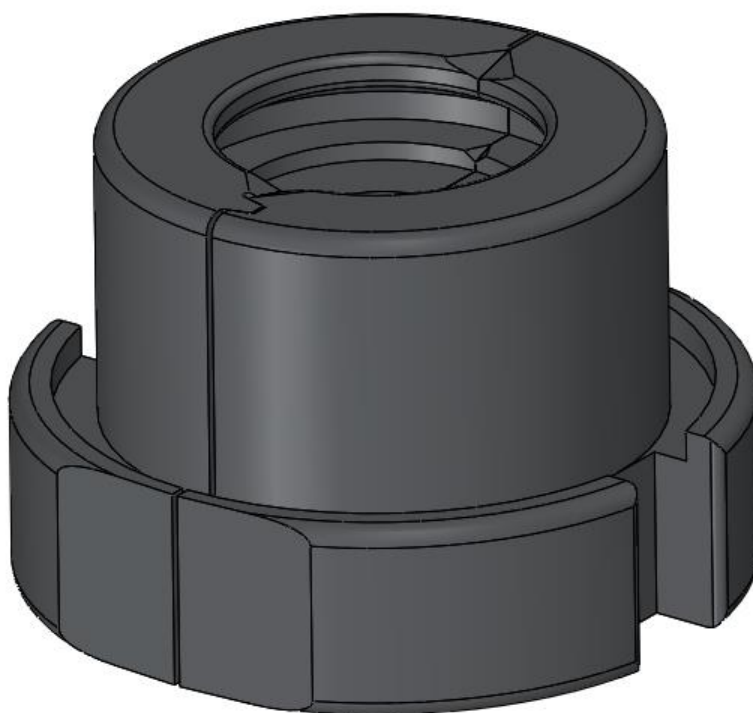


Рис 2.6 3Д збірка «Форми чорнової» в програмі SolidWorks

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ

Арк.

14

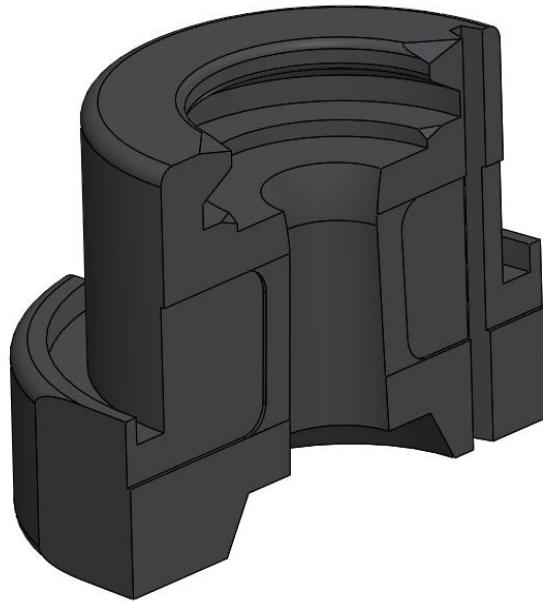


Рис 2.7 3Д деталь «Форми чорнової (А)» в програмі SolidWorks

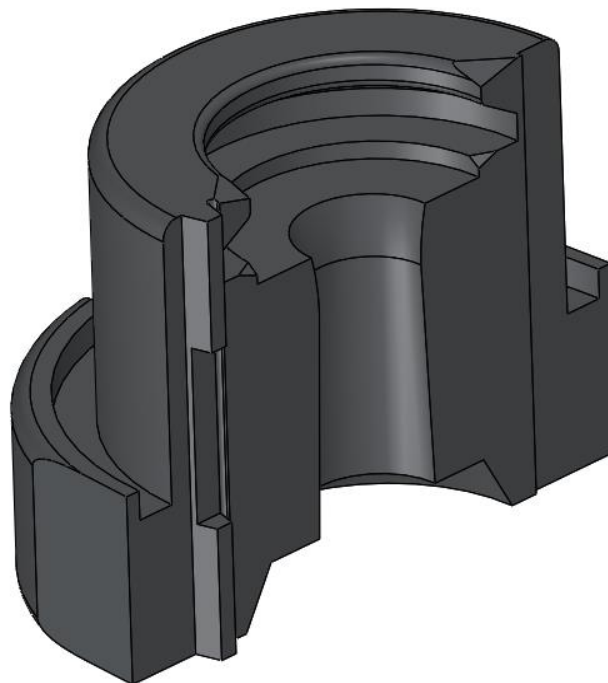


Рис 2.8 3Д деталь «Форми чорнової (Б)» в програмі SolidWorks

2.3. Аналіз конструкції та допусків на розміри деталі

У межах даної дипломної роботи проаналізовано конструкцію чорнової форми, яка є частиною формуючого оснащення для виробництва скляних

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробів. Деталь виконує функцію попереднього формування маси скла у вигляді кульки, яка потім піддається остаточному формуванню у чистовій формі.

2.3.1. Конструктивні особливості деталі

- Матеріал виготовлення — високоміцний чавун ВЧ50 відповідно до ГОСТ 7293-85, що забезпечує необхідну міцність та зносостійкість.
- Твердість поверхонь — HRC 35–40, досягається шляхом наплавлення зносостійкого сплаву типу «Колмоной» на робочі кромки.
- Форма складається з двох симетричних напівформ А і Б, що утворюють загальну формуючу порожнину.
- Базова поверхня — площина роз'єму напів форм, відносно якої задаються основні розміри та позиційні допуски.
- Внутрішня конфігурація деталі спроектована так, щоб забезпечити рівномірне розширення порожнини донизу, що відповідає особливостям формування скляної кульки. Такий профіль сприяє поступовому збільшенню товщини стінок у напрямку до піддона, як цього вимагає технологія.

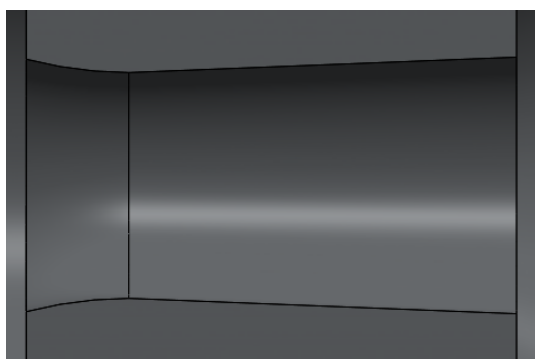


Рис. 2.9 Профіль формуючої частини

2.3.2. Геометричні параметри та допуски

Креслення деталі містить низку точних розмірів і відповідних допусків, що забезпечують її технологічність:

- Допуски та розміри формуючої частини $\varnothing 24,6^{+0,05}$, $\varnothing 22$, $\varnothing 25^{+0,05}$, R40, 10, $47,8_{-0,02}$ цих параметрів потрібно обов'язково дотримуватися для правильного формування в чистовій формі.
- Розміри $\varnothing 50^{+0,05**}$, $9^{+0,05**}$, $30^{\circ \pm 5' **}$ контроль цих розмірів здійснюється комплексним калібром.
- Кути та фаски:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кут нахилу: $30^{\circ} \pm 5'$, 4° ;
- Фаска: $8 \times 45^{\circ}$;
- Радіуси заокруглень: R1,5; R3; R5;
- Посадки: H14/n14 та IT14 — стандартні допуски для деталей з невисокими вимогами до прецизійності, характерні для формувального оснащення.

2.3.3. Технічні умови згідно креслення

1. Позиційний допуск осі формуючої порожнини: $T = 0,2$ мм (відносно площини роз'єму).
2. Максимально допустимий зазор у розйомі форми: не більше 0,05 мм.
3. Зазор у замку напівформ: до 0,1 мм.
4. Відхилення геометричних розмірів формуючої порожнини: не більше $+0,2$ мм (за винятком критичних розмірів Г, Д, В, для яких встановлені жорсткіші вимоги).
5. Гострі кромки частини Б: повинні бути збережені або відновлені методом наплавлення.
6. Робочі кромки: підлягають зміцненню шляхом нанесення зносостійкого покриття (наплавлення порошком "Колмоной").

Висновки до розділу 2

У розділі 2 було проведено аналіз конструкції та допусків чорнової форми, який засвідчив її відповідність сучасним вимогам скляного виробництва. Конструкція забезпечує належне формування скляної кульки, правильне розміщення й надійну фіксацію напівформ, а також достатню точність і міцність під час експлуатації в умовах високих температур. Врахування допусків, коректне формування внутрішнього профілю порожнини та застосування зносостійких матеріалів гарантують високу якість виробу та тривалий термін служби самої форми.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз вибраного матеріалу заготовки

Високоміцний чавун з кульковидним графітом ВЧ50 – це високоміцний ливарний сплав, що відзначається високою міцністю та пластичністю, що робить його придатним для виготовлення відповідальних деталей [5]. Завдяки високій механічній міцності, ударній в'язкості та здатності протистояти зношуванню, ВЧ50 широко використовується в умовах підвищеного навантаження та вібрації.

Цей матеріал має вищу температуру плавлення порівняно з сірим чавуном, проте зберігає добрі ливарні властивості, такі як рідкоплинність і низьку усадку. Завдяки структурі кульковидного графіту в сплаві, він демонструє підвищену опірність до утворення тріщин і підходить для деталей, що працюють у важких умовах [5]. Застосовується для виготовлення корпусів редукторів, осей, валів, корпусів насосів та інших механізмів, що зазнають високих навантажень та вібрацій.

Хімічний склад матеріалу, а також його механічні властивості показані у таблицях 3.1 та 3.2.

Табл. 3.1

Хімічний склад

C	Si	Mn	S	P	Cr
2.7 - 3.7	0.8 - 2.9	0.3 - 0.7	до 0.02	до 0.1	до 0.15

Табл. 3.2

Механічні властивості

Властивість	Значення
Межа міцності на розтягування	≥ 500 МПа
Твердість (по Бринеллю, HB)	170-230 HB
Відносне подовження	≥ 7%
Ударна в'язкість	15-25 Дж/см²
Межа текучості	320-350 МПа

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновком наведеного матеріалу виходить, що цей матеріал підходить для виготовлення форми чорнової тому, що в нього буде більша зносостійкість та буде витримувати великі навантаження, що і потрібно для цього виробу.

Та також, що виготовлення заготовки з цього матеріалу буде не складною тому, що ливарні властивості, такі як рідкоплинність і низька усадка залишаються добрими.

3.2. Обґрунтування форми заготовки та способу її виготовлення

Вибір заготовки полягає в отриманні такої заготовки, форма та розміри якої найбільше відповідають параметрам готової деталі з урахуванням обсягу випуску. Тому при виборі заготовки слід враховувати такі параметри, як характеристика матеріалу, конструктивну форму поверхонь, точність, програму випуску, а також розміри та масу. Будь-яка заготовка для подальшого механічного оброблення виготовляється з припуском на розміри готової деталі. Різниця між розмірами заготовки та остаточно обробленої деталі визначає величину припуску.

Для виготовлення деталі "Форма чорнова" в усіх типах виробництва доцільно використовувати лиття. Виливки з чорних і кольорових металів виготовляються кількома способами. Для заготовок з простими формами та плоскими поверхнями в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва застосовують лиття у відкриті земляні форми, а для великих заготовок – лиття в закриті форми.

Переваги виготовлення методом лиття порівняно з іншими методами:

- високі коефіцієнти використання металу й вагової точності;
- практично необмежені габарити та маса виливків;
- можливість використовувати сплави, що не піддаються пластичному деформуванню й важко обробляються різанням.

Недоліки виготовлення деталей литтям:

- у процесі лиття можуть виникати дефекти, такі як раковини, тріщини, шлакові включення тощо;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- через швидке охолодження металу в формі його структура може бути нерівномірною, що може призвести до зниження зносостійкості та міцності виробу;

- якщо форму вже виготовлено, то ввести зміни до конструкції деталі без її перероблення неможливо.

Фактори, які визначають вибір способу лиття, включають масу виливка, габаритні розміри, конструктивні особливості, матеріал та річну програму випуску. Тому наш метод отримання заготовки – це лиття в кокіль .

Лиття в кокіль – це виготовлення виливків шляхом заливання розплавленого металу в металеві ливарні форми багаторазового використання (кокілі), з подальшим затвердінням залитого металу, охолодженням виливка та вилученням його з порожнини форми [4].

Сам кокіль – це металева форма, робочі стінки якої виконані з чавуну, сталі, міді або алюмінію (АЛ 11) з водяним охолодженням [4]. Матеріалом форм зазвичай є чавун.

Процес виготовлення виливків через лиття у кокіль складається з таких етапів:

- підготовка кокілів (очищення, нагрівання, нанесення покриття на робочі поверхні);
- складання кокілів (установка стрижнів, закриття та закріплення частин кокілей);
- заливання рідким металом;
- видалення виливка з кокіля після охолодження;
- обрубкування, очищення та термообробка виливка.

Переваги цього способу:

- кокіль можна використовувати багаторазово;
- висока точність виготовлення виливки;
- збільшення механічної міцності виливків;
- збільшення виходу придатного литва.

Недоліки лиття в кокіль:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- трудомісткість виготовлення кокілів;
- висока вартість;

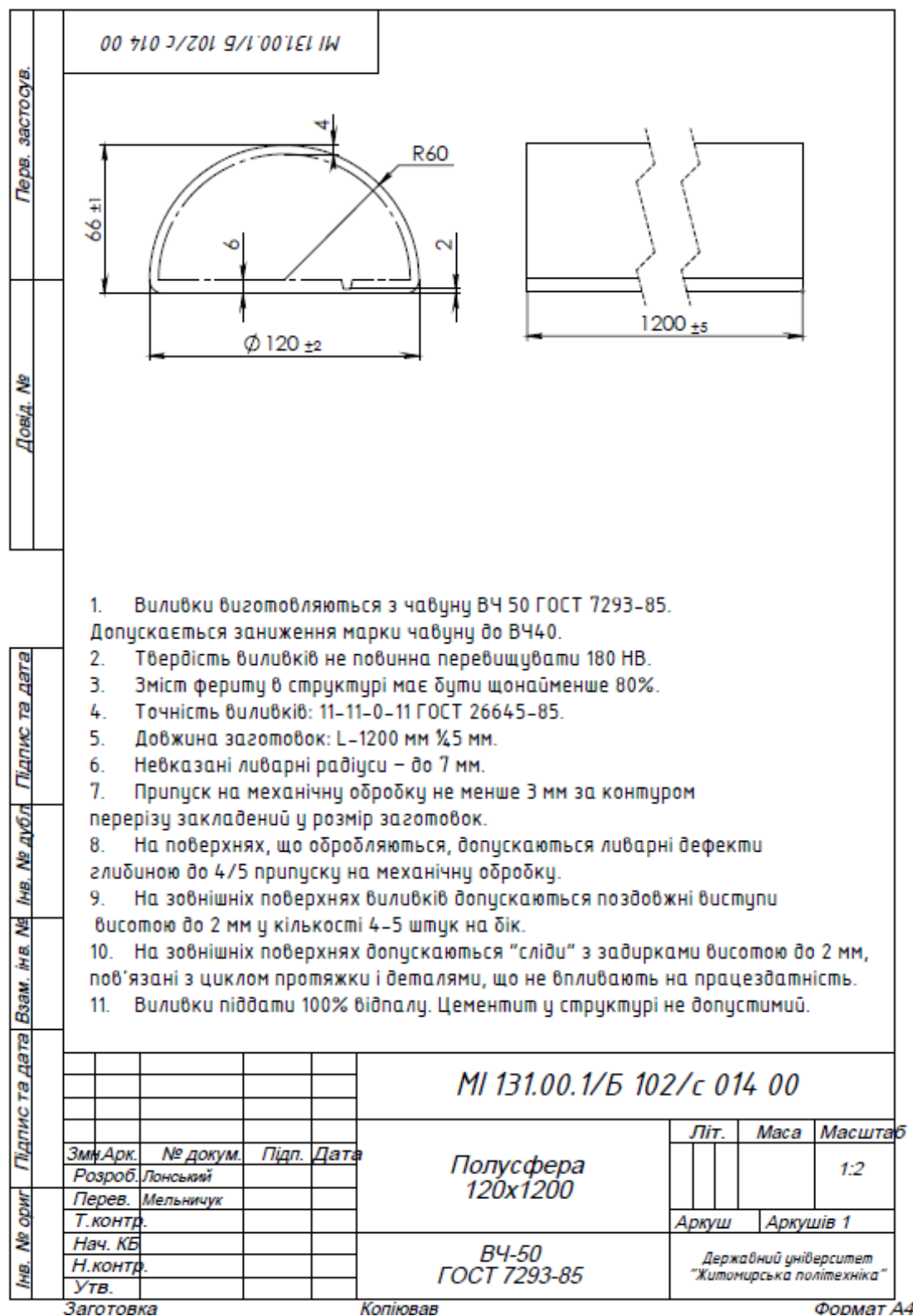


Рис. 3.1 Креслення заготовки

3.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Мета даного аналізу – це виявлення технологічних і конструкторських недоліків конструкції деталі за її вихідними даними, що містяться в кресленнях і технічних вимогах, а також розробка технічних пропозицій щодо поліпшення технологічності деталі, яку ми розглядає.

Аналіз конструкції «Форми чорнової» показав, що застосування високоміцного чавуну 50 має задовільну оброблюваність, і не спричинить застосуванню оптимальних режимів різання при її обробленні.

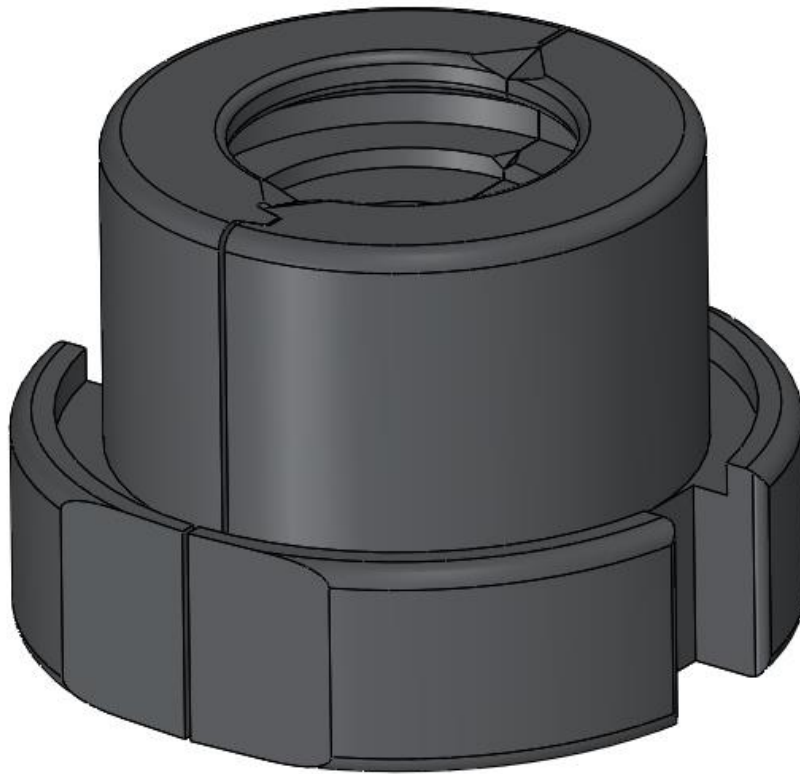


Рис 3.2 3Д збірка «Форми чорнової» в програмі SolidWorks

Рекомендовано визначати основні та додаткові кількісні показники технологічності. Із-за відсутності даних, основні показники неможливо визначити, тому будемо визначати допоміжні.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.1. Розрахуємо складові параметри технологічності

1. Визначаємо коефіцієнт точності КІТ за формулою:

$$K_{IT} = 1 - \frac{1}{K_{IT\text{cp}}} \quad (3.1)$$

де $K_{IT\text{cp}}$ – середній квалітет точності.

$$K_{IT\text{cp}} = \frac{\sum K_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (3.2)$$

де K_i – квалітет i -го номера;

n_i – кількість поверхонь з квалітетом i -го номера;

$\sum n_i$ – загальна кількість поверхонь.

$$K_{IT\text{cp}} = \frac{8 \cdot 5 + 9 \cdot 3 + 10 \cdot 1 + 12 \cdot 1}{10} = 8,9$$

$$K_{IT} = 1 - \frac{1}{8,9} = 0,89$$

Вважається, що при $K_{IT} > 0.8$ деталь є технологічною.

2. Визначаємо коефіцієнт шорсткості $K_{Ш}$ за формулою:

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{\text{cp}}} \quad (3.3)$$

де $Ш_{\text{cp}}$ – середній показник шорсткості.

$$Ш_{\text{cp}} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (3.4)$$

де $Ш_i$ – i -та шорсткість;

n_i – кількість поверхонь з i -ою шорсткістю;

$\sum n_i$ – загальна кількість поверхонь.

$$Ш_{\text{cp}} = \frac{6,3 \cdot 4 + 1,6 \cdot 4 + 0,4 \cdot 2}{10} = 3,24$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{3,24} = 0,69$$

3. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу $K_{ВМ}$ за формулою:

$$K_{ВМ} = \frac{m_d}{m_3} \quad (3.5)$$

де m_d – маса готової деталі;

m – маса матеріалу для виготовлення деталі.

По даним з програми Solid Works, маса нашої деталі складає 1.57кг.

$$K_{ВМ} = \frac{1,57}{3,8} = 0,41$$

4. Визначаємо комплексний показник технологічності K_K за формулою:

$$K_K = \frac{\sum K_i \cdot K_{ie}}{\sum K_{ie}} \quad (3.6)$$

де K_i – поточний показник технологічності;

K_{ie} – вага кожного показника технологічності в загальному значенні.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_K = \frac{0,89 * 0,25 + 0,69 * 0,25 + 0,42 * 0,5}{1} = 0,61$$

Вважається, що при $K_K < 1$ деталь є технологічною.

Висновок: у розрахунках враховано половину форми, оскільки процес виготовлення майже ідентичний. На основі проведених розрахунків можна вважати, що заготовка «Форми чорнової» є технологічною. Це підтверджується тим, що деталь має багато простих поверхонь, які не потребують додаткового спеціального різального інструменту. Конструкція деталі є раціональною та забезпечує вільний доступ різального інструменту до оброблюваних поверхонь, що спрощує виконання технологічних операцій. Завдяки цьому, процес обробки стає більш ефективним і менш трудомістким, що сприяє зниженню витрат на виробництво і підвищує загальну продуктивність.

Всі результати розрахунків додаткових показників технологічності представлені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Розрахунок додаткових показників технологічності

№ п/п	Назва поверхні або її позначення	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності ІТ	Параметр шорсткості, Ra, мкм
1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø112	1	1	12	6,3
2	Зовнішня циліндрична поверхня Ø85.7	1	1	8	6,3
3	Внутрішня циліндрична поверхня Ø99.5	1	1	10	6,3
4	Внутрішня конічна поверхня 30°xØ46	1	1	8	6,3
5	Внутрішня конічна поверхня Ø25 - Ø22	1	1	9	0,4

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

6	Внутрішня заокруглена поверхня R40 Ø22 - Ø24,6	1	1	9	0,4
7	Внутрішня циліндрична поверхня Ø48	1	1	9	1,6
8	Внутрішня циліндрична поверхня Ø50	1	1	8	1,6
9	Внутрішня циліндрична поверхня Ø65	1	1	8	1,6
10	Внутрішня конічна поверхня Ø65 – Ø50	1	1	8	1,6
	Всього	$Q_e = 10$	$Q_e = 10$		
	Середнє значення			$IT_c=8.9$	$R_a=3.24$

3.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Тип виробництва - це комплекс ознак, що відображають технічну, організаційну та економічну структуру виробничого процесу. Вони визначаються спеціалізацією виробництва, обсягом і номенклатурою виготовлюваної продукції, а також формою переміщення предметів праці між робочими місцями. Ці ознаки дозволяють визначити ефективність виробництва, оптимізувати розподіл ресурсів та побудувати раціональну організацію робочих процесів. Тип виробництва впливає на гнучкість процесу, його адаптивність до змін попиту та можливість автоматизації окремих операцій, що сприяє підвищенню продуктивності праці та зменшенню витрат.

Виходячи з того, що я беру одну половину форми то маса деталі 1,57кг. а річний випуску пів форми $N = 600$ шт. визначається тип виробництва табличним

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методом, в якому виготовляється деталь, це буде середньо серійний тип виробництва.

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{256} \quad (3.7)$$

де N – річна програма, шт.;

a – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3,6,12, 24 дні). Беремо 24 днів.

$$n = \frac{600 \cdot 24}{256} = 56,25 \approx 56 \text{ шт}$$

Цей тип виробництва має такі особливості: виготовляється обмежений асортимент продукції, а предмети праці надходять до робочих місць не поштучно, як при одиничному виробництві, а партіями через певні інтервали. У середньосерійному виробництві виготовлення значної частини продукції стабільно повторюється протягом року або кількох років, що дозволяє створювати технологічно спеціалізовані дільниці та оптимізувати процеси для зменшення витрат часу на переналаштування обладнання. Це сприяє високій гнучкості виробництва, що дозволяє швидко переходити на випуск іншої продукції, забезпечуючи необхідний рівень адаптивності до змін у попиті.

Перевагами середньосерійного типу виробництва є здатність гнучко перебудовуватися під різні замовлення без значних витрат часу, а також висока продуктивність праці, яка забезпечує економічну ефективність процесу. Водночас, серед недоліків є те, що витрати на робочу силу, обладнання та підтримку технологічного процесу вищі, ніж у масовому виробництві, але все ж нижчі, ніж в одиничному виробництві. Незважаючи на це, середньосерійне виробництво часто стає оптимальним варіантом, оскільки поєднує можливість масового випуску продукції з гнучкістю, яка дозволяє швидко реагувати на ринкові зміни.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Таблиця 3.4

Технологічний маршрут

№ операції	Назва та зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна	Лиття в кокіль
010	Розрізувальна Розрізка чавуну напів болванок на окремі заготовки $l = 85$	Pilous ARG 330 Plus
015	Фрезерувальна Фрезерувати торець на окремих частинах напів форм з двох сторін	HAAS VF-4
020	Фрезерувальна Фрезерувати горизонтально окремих двох частин напів форм 2 мм	HAAS VF-4
025	Фрезерувальна Фрезерувати горизонтально частину напів форми (А) 4 мм	HAAS VF-4
030	Стругальна Стругати западину під зуб в частині напів форми (А)	WPM63
035	Фрезерувальна Фрезерувати частину напів форми (Б) формуючи зуб розміри з креслення	HAAS VF-4
040	Фрезерувальна Фрезерувати в частині напів форми (Б) біля замка канавку $\varnothing 2$ мм і глибиною 1,5 мм	HAAS VF-4
045	Токарна Точити одночасно дві частини $\varnothing 112$ мм	16K20Ф3

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.4

050	Токарна Точити торці дотримуючись розміру 74,8 _{-0,2} мм	16K20Ф3
055	Токарна Точити Ø85,7 _{-0,05} x42,8 мм	16K20Ф3
060	Токарна Точити западину 99,5 ^{+0,12} - 85,7 _{-0,05} x5 _{-0,3} мм	16K20Ф3
065	Токарна Точити заокруглення R3 мм згідно креслення	16K20Ф3
070	Фрезерувальна Фрезерувати лисок обох частин Н = 3 мм	HAAS VF-4
075	Токарна Свердлити на токарному верстаті на всю глибину Ø16 мм	16K20Ф3
080	Токарна Розточити Ø48x17 мм Ø50x14 мм	16K20Ф3
085	Токарна Розточити до Ø65x4 мм	16K20Ф3
090	Токарна Розточити конусну поверхню від Ø50 - Ø65 під кутом 30° згідно креслення	16K20Ф3
095	Токарна Розточити під кутом 30° до Ø46 на довжину 10 мм	16K20Ф3
100	Токарна Розточити конічну поверхню Ø25-Ø22x37,8 мм і заокруглену поверхню Ø22- Ø24,6xR40x10 мм знявши припуск 1 мм для наплавлення	16K20Ф3

Продовження таблиці 3.4

105	Наплавлювальна Наплавить 2 мм на конічну поверхню Ø25-Ø22x37,8 мм і заокруглену поверхню Ø22- Ø24,6xR40x10 мм	Піч та газопорошкової пальник
110	Токарна Розточити конічну поверхню Ø25-Ø22x37,8 мм і заокруглену поверхню Ø22- Ø24,6xR40x10 мм залишивши припуск 0,15 для шліфовки	16K20Ф3
115	Фрезерувальна Фрезерувати повітряні канавки на обох частинах напів форм згідно креслення	HAAS VF-4
120	Шліфувальна Шліфувати формуючу поверхню Ø25-Ø22x37,8 мм і заокруглену поверхню Ø22-Ø24,6xR40x10 мм	URS 500 N
125	Фрезерувальна Фрезерувати двох пазів напів форм симетрично формуючій осі дотримуючись розмірів з креслення	HAAS VF-4
130	Фрезерувальна Фрезерувати напів форми з двох сторін під кутом 4° в розмір 105 мм з креслення	HAAS VF-4
135	Маркувальна Маркувати двох частин порядковим номером	SIC Marking e10-c153
140	Полірувальна Полірувати Формуючу поверхню до Ra 0,4	Ручний інструмент
145	Контрольна Технічний контроль	Стіл ВТК

3.6. Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі

Розрахунок граничних отворів та припусків на обробку для отвору $\varnothing 48H8(48^{+0,039}) \times 17\text{мм}$

Маємо таку послідовність операцій і переходів:

- Чорнове точіння;
- Напівчистове точіння;
- Чистове точіння.

Формула мінімального припуску для кожного переходу:

$$2Z_{min} = 2 \left(R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{y.i}^2} \right) \quad (3.8)$$

де R_{i-1} – висота нерівностей профілю;

T_{i-1} – глибина дефектного шару;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне просторове відхилення;

$\varepsilon_{y.i}$ – величина похибки установки.

Вибираємо елементи припусків і залишкові просторові похибки з таблиць і довідникових даних.

Величина висоти нерівностей профілю заготовки: $R_{заг} = 200 \text{ мкм}$

Величина висоти нерівностей профілю при чорновому точінні: $R_{чор.точ} = 50 \text{ мкм}$

Величина висоти нерівностей профілю при напів чистовому точінні:

$R_{чис.точ} = 25 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару заготовки: $T_{заг} = 300 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару при чорновому точінні: $T_{чор.точ} = 50 \text{ мкм}$

Величина глибини дефектного шару при напівчистовому точінні: $T_{чис.точ} = 25 \text{ мкм}$

Сумарне просторове відхилення заготовки:

$$\Delta_{\Sigma заг} = \Delta_{кор} \quad (3.9)$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\Delta_{\text{кор}}$ – короблення заготовки;

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}} * D)^2 + (\Delta_{\text{к}} * L)^2} = \sqrt{(0,7 * 48)^2 + (0,7 * 17)^2} = 35,6 \text{ мкм} \quad (3.10)$$

де $\Delta_{\text{к}}$ – питома величина короблення.

$$\Delta_{\Sigma \text{ заг}} = 35,6 \text{ мкм}$$

Сумарне просторове відхилення після чорнового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \text{ чорн}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{ заг}} = 0,06 * 35,6 = 2,1 \text{ мкм}$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Сумарне просторове відхилення після напівчистового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \text{ чист}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{ заг}} = 0,04 * 35,6 = 1,4 \text{ мкм}$$

Величина похибки установки:

- точіння чорнове – 20 мкм;
- точіння напівчистове – 15 мкм;
- точіння чистове – 10 мкм.

Рахуємо мінімальний припуск для кожного переходу:

- точіння чорнове:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left(200 + 300 + \sqrt{35,6^2 + 20^2} \right) = 1082 \text{ мкм}$$

- точіння напівчистове:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{2,1^2 + 15^2} \right) = 230 \text{ мкм}$$

- точіння чистове:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{1,4^2 + 10^2} \right) = 120 \text{ мкм}$$

Рахуємо розрахунковий (найбільший) розмір для кожного переходу:

- точіння чистове: 48,039 мм
- точіння напівчистове:

$$48,039 - 0,12 = 47,919 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$47,919 - 0,23 = 47,689 \text{ мм}$$

- розрахунковий розмір заготовки:

$$47,689 - 1,1 = 46,6 \text{ мм}$$

Рахуємо максимальний припуск для кожного переходу:

- точіння чистове:

$$48 - 47,85 = 0,15 \text{ мм}$$

- точіння напівчистове:

$$47,85 - 47,59 = 0,26 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$47,59 - 46 = 1,59 \text{ мм}$$

Таблиця 3.5

Розрахунок припусків і проміжних розмірів для поверхні Ø48H8

Елементи припуску, мкм					Допуск мм	Граничні розміри		Граничний припуск	
Технологічні операції та переходи	Rzi-1	Ti-1	ρi-1	εi		max	min	max	min
Заготовка	200	300	35,6	-	0,6	46,6	46	-	-
Точіння чорнове	50	50	2,1	20	0,1	47,689	47,59	1,59	1,1
Точіння чистове	25	25	1,4	15	0,065	47,915	47,85	0,26	0,23
Точіння тонке	1,6	0	0	10	0,039	48,039	48	0,15	0,12

Розрахунок граничних отворів та припусків на обробку для отвору

Ø50^{+0,05} х3мм

Маємо таку послідовність операцій і переходів:

- Чорнове точіння;
- Напівчистове точіння;
- Чистове точіння.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ				Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Формула мінімального припуску для кожного переходу:

$$2Z_{min} = 2 \left(R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma \quad i-1}^2 + \varepsilon_{y.i}^2} \right)$$

де R_{i-1} – висота нерівностей профілю;

T_{i-1} – глибина дефектного шару;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне просторове відхилення;

$\varepsilon_{y.i}$ – величина похибки установки.

Вибираємо елементи припусків і залишкові просторові похибки з таблиць і довідникових даних.

Величина висоти нерівностей профілю заготовки: $R_{заг} = 200$ мкм

Величина висоти нерівностей профілю при чорновому точінні: $R_{чор.точ} = 50$ мкм

Величина висоти нерівностей профілю при напів чистовому точінні:

$R_{чис.точ} = 25$ мкм

Величина глибини дефектного шару заготовки: $T_{заг} = 300$ мкм

Величина глибини дефектного шару при чорновому точінні : $T_{чор.точ} = 50$ мкм

Величина глибини дефектного шару при напівчистовому точінні : $T_{чис.точ} = 25$ мкм

Сумарне просторове відхилення заготовки:

$$\Delta_{\Sigma \quad заг} = \Delta_{кор}$$

де $\Delta_{кор}$ – короблення заготовки;

$$\Delta_{кор} = \sqrt{(\Delta_k * D)^2 + (\Delta_k * L)^2} = \sqrt{(0,7 * 50)^2 + (0,7 * 14)^2} = 36,3 \text{ мкм}$$

де Δ_k – питома величина короблення.

$$\Delta_{\Sigma \quad заг} = 36,3 \text{ мкм}$$

Сумарне просторове відхилення після чорнового точіння:

$$\Delta_{\Sigma \quad чорн} = K_y * \Delta_{\Sigma \quad заг} = 0,06 * 36,3 = 2,2 \text{ мкм}$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Сумарне просторове відхилення після напівчистового точіння:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\Sigma \text{ чист}} = K_y * \Delta_{\Sigma \text{ заг}} = 0,04 * 36,3 = 1,5 \text{ мкм}$$

Величина похибки установки:

- точіння чорнове – 20мкм;
- точіння напівчистове – 15мкм;
- точіння чистове – 10мкм.

Рахуємо мінімальний припуск для кожного переходу:

- точіння чорнове:

$$2Z_{min} = 2 \left(200 + 300 + \sqrt{36,3^2 + 20^2} \right) = 1083 \text{ мкм}$$

- точіння напівчистове:

$$2Z_{min} = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{2,2^2 + 15^2} \right) = 230 \text{ мкм}$$

- точіння чистове:

$$2Z_{min} = 2 \left(25 + 25 + \sqrt{1,5^2 + 10^2} \right) = 120 \text{ мкм}$$

Рахуємо розрахунковий (найбільший) розмір для кожного переходу:

- точіння чистове: 48,039 мм
- точіння напівчистове:

$$50,05 - 0,12 = 49,93 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$49,93 - 0,23 = 49,7 \text{ мм}$$

- розрахунковий розмір заготовки:

$$49,7 - 1,1 = 48,6 \text{ мм}$$

Рахуємо максимальний припуск для кожного переходу:

- точіння чистове:

$$50 - 49,8 = 0,2 \text{ мм}$$

- точіння напівчистове:

$$49,8 - 49,5 = 0,3 \text{ мм}$$

- точіння чорнове:

$$49,5 - 48 = 1,5 \text{ мм}$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6

Розрахунок припусків і проміжних розмірів для поверхні $\varnothing 50^{+0,05}$

Елементи припуску, мкм					Допуск мм	Граничні розміри		Граничний припуск	
Технологічні і операції та переходи	Rzi-1	Ti-1	pi-1	εi		max	min	max	min
Заготовка	200	300	36,3	-	0,6	48,6	48	-	-
Точіння чорнове	50	50	2,2	20	0,2	49,7	49,5	1,5	1,1
Точіння чистове	25	25	1,5	15	0,13	49,93	49,8	0,3	0,23
Точіння тонке	1,6	0	0	10	0,05	50,05	50	0,2	0,12

3.7. Вибір технологічного обладнання

Вибір технологічного обладнання є ключовим етапом у проектуванні та організації виробничого процесу. Правильно підібране обладнання забезпечує високу ефективність роботи та якість виготовленої продукції. У прикладі використовуємо нашу верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), що дозволяє автоматизувати весь цикл обробки за заздалегідь розробленою програмою. Таке рішення забезпечує гнучкість виробничого процесу та багаторазове використання програм, що значно спрощує адаптацію до змін у виробництві.

Додатковою перевагою верстатів ЧПК є підвищена точність обробки, яка досягає високої якості виготовлення та жорсткості конструкції, яка досягає показника звичайних верстатів аналогічного призначення. Це сприяє мінімізації браку та зменшенню витрат на доопрацювання деталей. Крім того, можливість інтеграції із системами автоматизованого управління виробництвом робить такими верстати незамінними в умовах сучасних технологій. Використання ЧПК покращує продуктивність праці та відкриває нові можливості для складної обробки деталей.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для фрезерування вибрано фрезерний верстат по металу з ЧПУ HAAS VF-4 (рис.3.3).

Фрезерний верстат HAAS VF-4 є універсальним оброблювальним центром із вертикальним розташуванням шпинделя. Верстат призначений для фрезерування плоских, фасонних, контурних, зубчастих поверхонь та інших поверхонь на деталях із різних матеріалів. Від свого звичайного аналога, має числове програмне управління (ЧПУ) та пристрій автоматичної зміни інструменту (АСІ). На верстаті можна проводити фрезерування одночасно за трьома координатами [14].

Основні характеристики:

- Розміри робочої зони столу: 1320 x 457 мм,
- Максимальна вага на стіл: 1588 кг,
- Робочий хід по осі X: 1270 мм,
- Робочий хід по осі Y: 508 мм,
- Робочий хід по осі Z: 635 мм,
- Максимальна швидкість обертання шпинделя: 8100 об/хв,
- Конус шпинделя: 40 (типу CAT/BT/DIN),
- Максимальна потужність електродвигуна: 22,4 кВт,
- Максимальна швидкість подачі: 10 160 мм/хв,
- Кількість інструментів у магазині: до 20 (опціонально до 30).



Рис. 3.3 Фрезерний верстат по металу ЧПК HAAS VF-4

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для токарних операцій вибрано токарний верстат по металу с ЧПУ 16K20Ф3 (рис. 3.4).

Загальні відомості:

Верстат токарно-гвинторізний 16K20Ф3 є універсальним токарно-гвинторізним верстатом з супортом, що кочує. Оснащується різними системами ЧПУ. Модифікації верстата в залежності від комплектації пристроєм ЧПУ мають різні індекси (наприклад, 16K20Ф3С32).

Контурна система ЧПУ забезпечує рух формоутворення, зміна циклу обробки значень подач і частот обертання шпинделя, індексацію поворотного різцетримача, нарізання різьблення за програмою [15].

Число одночасно керованих координат - 2, всього керованих координат - 2. Дискретність завдання поперечних переміщень подачі (осі X) - 0,005 мм, поздовжніх переміщень (осі Z) - 0,01 мм [15].

Верстат призначений для токарної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь, а також для нарізування різьби на деталях із різних матеріалів.

Основні характеристики:

- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною, мм: 450,
- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом, мм: 320,
- Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм: 1000,
- Найбільший діаметр отвору, що розточується, мм: 52,
- Найбільший діаметр різьби, що нарізається, мм: 68,
- Максимальна швидкість обертання шпинделя, об/хв: 2000,
- Максимальна подача суппорта, мм/хв: 200,
- Максимальна потужність електродвигуна, кВт: 11.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.4 Токарний верстат по металу с ЧПК 16K20Ф3

Для нарізання заготовки на окремі частини вибрано верстат Pilous ARG 330 Plus (рис. 3.5).

Стричкопилний верстат Pilous ARG 330 Plus є універсальним верстатом для різання металів. Він призначений для точного розрізання профілів, труб, суцільних заготовок і різних металевих матеріалів під усіма кутами. Від свого звичайного аналога відрізняється потужною конструкцією та підвищеною продуктивністю завдяки сучасним технічним рішенням. Верстат дозволяє використовувати різання під кутом в обидві сторони.

Основні характеристики:

- Максимальний діаметр різання (90°): 330 мм,
- Максимальний розмір прямокутного профілю (90°): 330 x 450 мм,
- Максимальний діаметр різання під кутом (45°): 300 мм,
- Діапазон кутів різання: від 0° до 60°,
- Розмір стрічкового полотна: 3820 x 34 x 1,1 мм,
- Швидкість полотна: 20–120 м/хв (з плавним регулюванням),
- Потужність головного електродвигуна: 2,2 кВт,
- Вага: 680 кг,
- Габарити (Д x Ш x В): 2000 x 1000 x 1600 мм.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.5 Стричковий верстат Pilous ARG 330 Plus

Для внутрішньо шліфувальних робіт вибрано верстат JHI-150CNC (рис. 3.6)

Внутрішньо шліфувальний верстат Jainnher JHI-150CNC є високоточним універсальним верстатом для шліфування зовнішніх і внутрішніх поверхонь циліндричних деталей. Він призначений для обробки деталей з високою точністю та як поверхнею. Від звичайного аналога цей верстат відрізняється числовим програмним управлінням (ЧПУ), що забезпечує автоматизацію процесу, стабільність та точність шліфувальних операцій.

Основні характеристики:

- Максимальний діаметр заготовки: 150 мм,
- Максимальна довжина заготовки: 200 мм,
- Максимальний висхід шліфувального круга: 150 мм,
- Діаметр шліфувального круга: 405 мм,
- Швидкість обертання шліфувального круга: до 1800 об/хв,
- Точність позиціонування: $\pm 0,001$ мм,
- Система управління: ЧПУ Fanuc (або інші, залежно від комплектації),
- Максимальна потужність електродвигуна: 5,5 кВт,
- Габарити (Д х Ш х В): 2500 х 1600 х 1600 мм,
- Маса верстата: близько 2500 кг.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.6 Внутрішньо шліфувальний верстат Jainnher JHI-150CNC

Для стругальних робіт вибрано верстат WPM63 (рис. 3.7)

Поперечно стругальний верстат WPM63 є універсальним верстатом для обробки плоских та фасонних поверхонь методом стругального різання. Він призначений для точного формування плоских поверхонь, канавок, пазів та інших контурів на різних матеріалах. Від звичайного аналога цей верстат відрізняється посиленою конструкцією та можливістю автоматичного переміщення різального інструменту, що забезпечує стабільність процесу та високу продуктивність.

Основні характеристики:

- Максимальна довжина ходу столу: 630 мм,
- Максимальна ширина заготовки: 400 мм,
- Максимальна висота заготовки: 250 мм,
- Швидкість переміщення столу: 6-30 м/хв (з плавним регулюванням),
- Кількість різальних ходів: до 60 ходів/хв,
- Максимальна потужність електродвигуна: 4 кВт,
- Габарити (Д х Ш х В): 2000 х 1200 х 1500 мм,
- Маса верстата: близько 1800 кг.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.7 Поперечно стругальний верстат WPM63

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8. Вибір засобів технологічного оснащення

Вибір технологічного оснащення – це вибір оснащення, який необхідний для виконання конкретної операції, який включає в себе затискні пристрої, різальний і допоміжний інструмент та засоби контролю.

Результати вибору оснащення представлені в таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Засоби технологічного оснащення

№ Опер.	Назва опер.	Модель верстата	Засоби технологічного оснащення			
			Пристрій	Допоміжний інструмент	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
010	Розрізувальна	Pilous ARG 330 Plus	Лещата	-	Стрічкова пила	Лінійка
015	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
020	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
025	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева RA200-068J25.4-12M Ріжучі пластини RCKT 12 04 MO-KM3220	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
030	Стругальна	WPM63	Призма	-	Спеціальний різець для стругання	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
035	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка ISO40	RF75-SP12-D080-d27-Z06 під пластину SPKN 1204..	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
040	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка ISO40	Фреза сферична твердосплавна R1 L50/4 d4 Z2	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
045	Токарна	16K20Ф3	Гідравлічний 4-х кулачковий патрон з самоцентруванням	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025

Продовження таблиці 3.7

050	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний відігнутий ГОСТ 18877-73	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
055	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний DCNLR 2020K 12 Ріжуча пластина CNMA 12 04 04-KR 3210	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
060	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x6x170	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
065	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878-73	Набір радіусних шаблонів № 1 R 1-6 мм ГОСТ 4126-66
070	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка для кінцевої фрези DIN2080	Фреза кінцева твердосплавна монолітна Ф 10,0 z=3 55/25 BK8	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
075	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Патрон свердлильний d3,0-16,0 DIN69880	Свердло ГОСТ 10902-77	Нутромір індикаторний HI-10-18-0,01 ГОСТ 868-82
080	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16x16x140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82, Калібр-пробка ГОСТ 14807-69,
085	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x4x170	Нутромір індикаторний HI-50-100-0,01 ГОСТ 868-82

Продовження таблиці 3.7

090	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x4x170	Нутромір індикаторний HI-50-100-0,01 ГОСТ 868-82
095	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець підрізний відігнутий 20x12x125 ГОСТ 18880-73	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
100	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16x16x140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
105	Наплавлення	Піч	Термостат для наплавлення чавунних деталей	-	Газо порошковий палик, порошок: Колмоной	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
110	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16x16x140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
115	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза кінцева 10 мм ГОСТ	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
120	Шліфувальна	Jainnher JHI-150CNC	4-х кулачковий патрон	-	Головка шліфувальна циліндрична Ø20x25x6	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
125	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза кінцева 16 мм ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
130	Фрезерна	HAAS VF-4	Двовісні прецизійні лещата	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання при фрезеруванні горизонтально окремих частин напів форм при глибині різання 2 мм.

Вибір діаметру фрези:

Приймаємо діаметр торцевої фрези для обробки ширини заготовки 120 мм згідно (ГОСТ 24359-80)

$$D = 160 \text{ мм}$$

Вибір подачі:

$$S_z = 0,5 \text{ мм/зуб}$$

Період стійкості фрези:

$$T = 120 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову швидкість різання [7]:

$$v_p = \frac{C_v * D^q}{T^{m*} t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_v \quad (3.11)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт і показники ступеня;

z - число зубів;

$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$ – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється, стан поверхні заготовки і матеріал інструмента [7].

$$K_v = 0.8 * 0.85 * 1.25 = 0.85$$

$$v_p = \frac{445 * 160^{0.2}}{120^{0.32} * 2^{0.15} * 0.5^{0.35} * 120^{0.2} * 10^0} * 0.85 = 98.8 \text{ м/хв}$$

Визначаємо кількість обертів шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 * v_p}{\pi * D} = \frac{1000 * 98.8}{3.14 * 160} = 196.6 \text{ об/хв}$$

Коректувати частоту обертання шпинделя за кінематичними даними верстата:

$$195 \leq 196,6$$

Перераховуємо дійсну швидкість фрезерування:

$$v = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3.14 * 160 * 195}{1000} = 98 \text{ м/хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахункову хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв.р}} = S_z * z * n = 0.5 * 10 * 195 = 975$$

Коректуємо хвилинну подачу за даними верстата [7]:

$$S_{\text{хв}} \leq S_{\text{хв.р}}$$

$$975 \leq 975$$

Перерахувати дійсне значення подачі на зуб фрези не потрібно, ця хвилинна подача залишилася незмінною, тому подача на зуб буде такою ж [7]:

$$S_z = 0,5 \text{ мм/зуб.}$$

Визначаємо головну складову сили різання [7]:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * S_z^y * B^u * z}{D^q * n^w} * K_{\text{мр}} \quad (3.12)$$

$$P_z = \frac{10 * 54,5 * 2^{0,9} * 0,5^{0,74} * 120^{1,0} * 10}{160^{1,0} * 195^0} * 1 = 4719 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі верстата:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{4719 * 160}{2 * 100} = 3775 \text{ Н*м}$$

Розраховуємо ефективну потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{4719 * 98}{1020 * 60} = 7.5 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{дв}} * \eta = 22,4 * 0,8 = 17,9 \text{ кВт} > 7,5 \text{ кВт}$$

Визначимо основний час на перехід [7]:

$$T_0 = \frac{L * i}{S_{\text{хв}}} \quad (3.13)$$

де L – довжина оброблення;

$S_{\text{хв}}$ – хвилина подача фрези;

i – кількість проходів.

$$T_0 = \frac{77 * 2}{975} = 0,16 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок режимів різання при точінні Ø112х76 мм

Вибір глибини різання t :

- для чорнового точіння: $t = 2$ мм
- для напівчистового точіння: $t = 1.6$ мм
- для чистового точіння: $t = 0.4$ мм

Вибір подачі:

- для чорнового точіння: 1,3 мм/об;
- для напівчистового точіння: 1,0 мм/об;
- для чистового точіння: 0,2 мм/об.

Приймаємо з ряду подач найближчу величину: $S_v = S_{cp} = 0,8$ мм/об

Період стійкості різця:

$T = 60$ хв

Визначаємо розрахункову швидкість різання [7]:

$$v_p = \frac{C_v}{T^m * t^x * S_v^y} * K_v \quad (3.14)$$

де C_v , m , x , y – коефіцієнт і показники ступеня [7];

$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv}$ – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, який оброблюється, стан поверхні заготовки і матеріал інструмента [7].

$$K_v = 0.8 * 0.85 * 1.25 = 0.85$$

- для чорнового точіння:

$$v_p = \frac{243}{60^{0.2} * 2^{0.15} * 0.8^{0.4}} * 0.85 = 89.7 \text{ м/хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$v_p = \frac{243}{60^{0.2} * 1.6^{0.15} * 0.8^{0.4}} * 0.85 = 92.8 \text{ м/хв}$$

- для чистового точіння:

$$v_p = \frac{243}{60^{0.2} * 0.4^{0.15} * 0.8^{0.4}} * 0.85 = 114 \text{ м/хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість обертів шпинделя верстата [7]:

$$n_p = \frac{1000 * v_p}{\pi * D} \quad (3.15)$$

- для чорнового точіння:

$$n_p = \frac{1000 * 89,7}{3,14 * 116} = 246,3 \text{ об/хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$n_p = \frac{1000 * 92,8}{3,14 * 112,8} = 262 \text{ об/хв}$$

- для чистового точіння:

$$n_p = \frac{1000 * 114}{3,14 * 112} = 324 \text{ об/хв}$$

Коректувати частоту обертання шпинделя за кінематичними даними верстата [7]:

$$n \leq n_p$$

$$200 \leq 246,3$$

$$250 \leq 262$$

$$315 \leq 324$$

Перераховуємо дійсну швидкість точіння:

- для чорнового точіння:

$$v = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3.14 * 116 * 200}{1000} = 72.9 \text{ об/хв}$$

- для напівчистового точіння:

$$v = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3.14 * 112.8 * 250}{1000} = 88.6 \text{ об/хв}$$

- для чистового точіння:

$$v = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3.14 * 112 * 315}{1000} = 110.8 \text{ об/хв}$$

Визначаємо головні складові сили різання P_z , P_x , P_y , H [7]:

$$P_{z,y,x} = 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_p$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_{pi} , x_{pi} , y_{pi} , n_{mi} – відповідно значення коефіцієнтів і показників степеня, які враховують вид оброблюваного та інструментального матеріалів і вид обробки [7];

$K_{pi}=1$ – коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей оброблюваного матеріалу і геометрії різальної частини різця на сили різання [7].

- для чорнового точіння:

$$P_z = 10 * 92 * 2^1 * 0.8^{0.75} * 72.9^0 * 1 = 1556.5 \text{ H}$$

- для напів чистового точіння:

$$P_z = 10 * 92 * 1.6^1 * 0.8^{0.75} * 88.6^0 * 1 = 1245.2 \text{ H}$$

- для чистового точіння:

$$P_z = 10 * 92 * 0.4^1 * 0.8^{0.75} * 110.8^0 * 1 = 311.3 \text{ H}$$

Розраховуємо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} \quad (3.16)$$

- для чорнового точіння:

$$N = \frac{1556.5 * 72.9}{1020 * 60} = 1.9 \text{ кВт}$$

- для напів чистового точіння:

$$N = \frac{1245.2 * 88.6}{1020 * 60} = 1.8 \text{ кВт}$$

- для чистового точіння:

$$N = \frac{311.3 * 110.8}{1020 * 60} = 0.6 \text{ кВт}$$

Для забезпечення виконання вибраного режиму точіння на заданому верстаті необхідне виконання умови [7]:

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{дв}} * \eta > N$$

$$8,25 > 1,9$$

$$8,25 > 1,8$$

$$8,25 > 0,6$$

Визначимо основний час на перехід [7]:

$$T_o = \frac{L}{n * s} \quad (3.17)$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} \quad (3.18)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні заготовки, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врізання різця в заготовку, мм;

$l_{\text{пер}}$ – величина перебігу різця (при обробленні «в упор» $l_{\text{пер}} = 0$).

$$l_{\text{вр}} = t * \text{ctg}(\varphi) \quad (3.19)$$

де φ – головний кут в плані різця.

- для чорнового точіння:

$$l_{\text{вр}} = 2 * \text{ctg}(60^\circ) = 1.2 \text{ мм}$$

$$L = 77 + 1.2 = 78,2 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{78,2}{200 * 0,8} = 0,5$$

- для напівчистового точіння:

$$l_{\text{вр}} = 1.6 * \text{ctg}(60^\circ) = 0.9 \text{ мм}$$

$$L = 77 + 0.9 = 77,9 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{77,9}{250 * 0,8} = 0,4$$

- для чистового точіння:

$$l_{\text{вр}} = 0.4 * \text{ctg}(60^\circ) = 0.2 \text{ мм}$$

$$L = 77 + 0.2 = 77,2 \text{ мм}$$

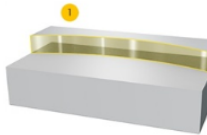
$$T_o = \frac{77,2}{315 * 0,8} = 0,3$$

Заносимо обраховані дані в таблицю 3.8

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9.1. Розрахунок режимів різання в Sandvic Coromant

FACE MILLING / REPLACEABLE



EXPLANATION

1 Pre-processing

CoroMill 200

RA200-068J25.4-12M
Tool

RCKT 12 04 M0-KM 3220
End Plate (6x)

Compound
Arbor -CIS -A (hexagon socket head cap...
SOZH
Outer
Compressed air

Flat surface

GGG-50 215 HB

Multi-Purpose Machine - Medium
22 kW, 5000 rpm
18 kW, 12000 rpm

ECONOMIC EFFICIENCY CUTTING MODES CHANGE CUTTING MODES CHANGING THE NUMBER OF PAS... CO₂ EMISSIONS NEW

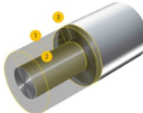
VC [m/min] CUTTING SPEED	FZ [mm] FEED PER TOOTH	N [1/min] SPINDLE SPEED
1 301	0.2	1210
VFM [mm/min] FEED RATE ON THE MACHINED DIAMETER	BUT [mm] MILLING WIDTH	AP [mm] CUTTING DEPTH
1 1450	20	4
NOPAE NUMBER OF PASSES IN DIRECTION AE	NOPAP NUMBER OF PASSES IN DIRECTION AR	PPC [kW] CUTTING POWER
1 6	1	5.73
MMC [Nm] TORQUE	HEX [mm] MAX CHIP THICKNESS	QQ [cm ³ / min ^{1/3}] MATERIAL REMOVAL RATE
1 45.3	0.164	116

EXPLANATION

1 Pre-processing

Рис 3.8 Розрахунок режимів різання операція № 025

EXTERNAL LONGITUDINAL TURNING AND END TRIMMING / REPLACEABLE



EXPLANATION

1 Longitudinal pre-treatment
2 Longitudinal finishing
3 Finishing of the end face

T-Max P

DCLNR 2020K 12
Tool

CNMA 12 04 04-KR 3210
Plate

Compound
Rectangular shank -metric: 20 x 20
SOZH
Outer
Emulsion 10%

Cylindrical surface with a step

GGG-50 215 HB

Turning Center - Small
11 kW, 6000 rpm

ECONOMIC EFFICIENCY CUTTING MODES DETAILED CUTTING MODES CHANGE CUTTING MODES CHANGING THE NUMBER OF PAS... CO₂ EMISSIONS NEW

NOPAP NUMBER OF PASSES IN DIRECTION AR	DMS [mm] MACHINED DIAMETER	DME [mm] MACHINED DIAMETER
1 5	112	88.02
2 1	88.02	85.7
3 1	112	85.7
AP [mm] CUTTING DEPTH	VC [m/min] CUTTING SPEED	FN [mm] FEED PER REVOLUTION
1 2.4	223	0.2
2 1.16	237	0.146
3 1.16	223	0.2
RPMX [1/min] MAX ROTATION SPEED	PPCX [kW] MAXIMUM CUTTING POWER	MMCX [Nm] MAX TORQUE
1 807	3.39	48.8
2 882	1.47	15.9
3 829	1.69	25.5
TCCT [with] TOTAL PROCESSING TIME	TNCT [with] TOTAL AUXILIARY TIME	
1 1:26	0.942	
2 19.4	0.188	
3 5.49	0.073	

Рис 3.9 Розрахунок режимів різання операція № 055

Заносимо обраховані дані в таблицю 3.8

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8

Режими різання на технологічні операції

Зміст, номер операції або переходу	t, мм	L	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
010										
Перехід 1 Розрізання заготовки на довжину 85 мм	60	60	2	60	-	-	10	140	10,4	5,5
015										
Перехід 1 Фрезерування торців заготовки 4 мм	4	60	2	120	0,5	175	87,92	875	0,13	13,6
020										
Перехід 1 Фрезерувати окремих заготовок напів форм 2 мм	2	77	2	120	0,5	195	98	975	0,16	7,5
025										
Перехід 1 Фрезерувати заготовки напів форми (А) 4 мм	4	77	1	120	0,2	1210	301	1450	0,4	5,73
030										
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	2	77	1	60	2	-	7,5	-	0,04	0,4
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	1,6	77	1	60	1,5	-	12,6	-	0,03	0,4
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	0,4	77	1	60	0,24	-	314,6	-	0,02	0,6
035										
Перехід 1 Фрезерувати заготовку напів форми (Б) формуючи зуб дотримуючись розмірів з креслення	4	77	2	120	0,5	310	77,9	620	0,25	8,7
040										
Перехід 1 Фрезерувати в частині напів форми (Б) біля замка канавку Ø2 мм	1,5	77	1	120	0,01	15000	100	300	0,25	0,1

Продовження таблиці 3.8

045										
Перехід 1 Точити начорно Ø120 до Ø116	2	77,2	1	60	1,3	200	72,9	-	0,5	1,9
Перехід 2 Точити напівчисто Ø116 до Ø112,8	1,6	76,9	1	60	1,0	250	88,6	-	0,4	1,8
Перехід 3 Точити чисто Ø112,8 до Ø112	0,4	76,2	1	60	0,2	315	110,8	-	0,3	0,6
050										
Перехід 1 Точити торці в розмір 74,8 мм	1,1	60	2	60	0,1	315	110,8	-	4,1	0,2
055										
Перехід 1 Точити Ø112 до Ø88,02	2,4	42,8	5	60	0,2	800	223	-	0,02	3,4
Перехід 2 Точити Ø88,02 до Ø85,7	1,16	42,8	1	60	0,15	800	237	-	0,3	1,5
Перехід 2 Точити торець Ø112 до Ø85,7	1,16	42,8	1	60	0,2	800	223	-	0,09	1,7
060										
Перехід 1 Точити Ø99,5 до Ø85,7	5	5	1	60	0,25	160	45,2	-	0,08	1,3
065										
Перехід 1 Точити заокруглення R3 мм згідно креслення	3	38	3	60	0,4	125	12	-	0,32	0,27
070										
Перехід 1 Фрезерувати лиски обох частин напів форм Н=3мм	3	32	4	120	0,5	785	98,6	3925	0,03	8,4
075										
Перехід 1 Свердлувати Ø16 мм	8	74,8	1	30	0,41	800	40,2	-	0,26	6,6
080										
Перехід 1 Розточити Ø16 до Ø 46	2	17	10	60	0,3	1250	137,4	-	0,5	1,7
Перехід 2 Розточити Ø46 до Ø47,59	0,795	17	1	60	0,25	1000	149,4	-	0,07	0,6
Перехід 3 Розточити Ø47,59 до Ø47,85	0,13	17	1	60	0,2	1600	240,4	-	0,05	0,13

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ					Арк.
										53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 3.8

Перехід 4 Розточити Ø47,85 до Ø48	0,075	17	1	60	0.1	1600	241	-	0.1	0.05
Перехід 5 Розточити Ø48 до Ø49,5	0,75	14	1	60	0.25	1000	155.4	-	0.06	0.6
Перехід 6 Розточити Ø49,5 до Ø49,8	0,15	14	1	60	0.2	1250	195.5	-	0.06	0.13
Перехід 7 Розточити Ø49,8 до Ø50	0,1	14	1	60	0.1	1600	251.2	-	0.09	0.08
085										
Перехід 1 Розточити Ø50 до Ø65	7,5	7,5	1	60	0,25	250	47,1	-	0,12	2
090										
Перехід 1 Розточити конусну поверхню Ø50 до Ø65 під 30°	7,5	7,5	1	60	0,25	250	47,1	-	0,12	2
095										
Перехід 1 Розточити до Ø46	2	10	10	60	1,3	400	57,8	-	0,2	2,1
Перехід 2 Розточити конусну поверхню під кутом 30° до Ø46	2	10	3	60	0,3	500	80	-	0,2	1
100										
Перехід 1 Розточити Ø16 конусну поверхню Ø27 – Ø24	1,5	37,8	3	60	0,3	1000	80	-	0,7	2,1
Перехід 2 Розточити Ø16 заокруглену поверхню Ø24 - Ø26,6 і R41	1,5	10	3	60	0,3	1000	80	-	0,25	1,3
110										
Перехід 1 Розточити конусну поверхню після наплавлення Ø24,7 – Ø21,7	0,85	37,8	1	60	0,1	400	30	-	0.135	1
Перехід 2 Розточити заокруглену поверхню після наплавлення Ø21,7 - Ø24,30 і R39,85	0,85	10	1	60	0,08	400	30	-	0.135	1

Продовження таблиці 3.8

115										
Перехід 1 Фрезеруємо в напів формі (А) повітряні канавки глибиною 0,1 мм	0,1	112	3	120	0,5	3315	104,1	8288	0,04	0,3
Перехід 2 Фрезеруємо в напів формі (А) повітряні канавки глибиною 0,7 мм	0,7	24,5	6	120	0,5	1253	39,34	3133	0,05	0,6
Перехід 3 Фрезеруємо в напів формі (Б) повітряні канавки глибиною 1 мм	1	74,8	4	120	0,5	1028	32,3	2570	0,12	0,7
Перехід 4 Фрезеруємо в напів формі (Б) повітряні канавки зрізуючи зуб посередині на 30 мм	3,5	5	3	120	0,5	525	16,5	1313	0,01	1,2
120										
Перехід 1 Шліфувати конусну поверхню Ø24,85 – Ø21,85 до Ø25 – Ø22	0,15	37,8	1	-	1	400	30	-	0,8	1,6
Перехід 2 Шліфувати заокруглену поверхню Ø21,85 - Ø24,45 і R40 до Ø22 - Ø24,6	0,15	10	1	-	1	400	30	-	0,4	1,2
125										
Перехід 1 Фрезерувати два паза в напів формах симетрично формуючій осі шириною 19,8 мм до діаметра Ø85,7	13,15	32	4	120	0,08	3981	200	318	0,6	1,6
130										
Перехід 1 Фрезерувати напів форми з двох сторін під кутом 4° дотримуючись розміра 105 мм	1	32	4	120	0,5	915	115	455	0,03	3,5

3.10. Технічне нормування технологічного процесу

Розраховуємо основний (машинний) час обробки:

$$T_0 = \sum t_{oi} \quad (3.20)$$

Тоді

$$t_{01} = 10,4 \text{ хв}$$

$$t_{02} = 0,13 \text{ хв}$$

$$t_{03} = 0,16 \text{ хв}$$

$$t_{04} = 0,4 \text{ хв}$$

$$t_{05} = 0,04 + 0,03 + 0,02 = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{06} = 0,25 \text{ хв}$$

$$t_{07} = 0,25 \text{ хв}$$

$$t_{08} = 0,5 + 0,4 + 0,3 = 1,2 \text{ хв}$$

$$t_{09} = 4,1 \text{ хв}$$

$$t_{010} = 0,02 + 0,3 + 0,09 = 0,41 \text{ хв}$$

$$t_{011} = 0,8 \text{ хв}$$

$$t_{012} = 0,32 \text{ хв}$$

$$t_{013} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{014} = 0,26 \text{ хв}$$

$$t_{015} = 0,5 + 0,07 + 0,05 + 0,1 + 0,06 + 0,06 + 0,09 = 0,93 \text{ хв}$$

$$t_{016} = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{017} = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{018} = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ хв}$$

$$t_{019} = 0,7 + 0,25 = 0,96 \text{ хв}$$

$$t_{020} = 0,135 + 0,135 = 0,27 \text{ хв}$$

$$t_{021} = 0,04 + 0,05 + 0,12 + 0,01 = 0,22 \text{ хв}$$

$$t_{022} = 0,8 + 0,4 = 1,2 \text{ хв}$$

$$t_{023} = 0,6 \text{ хв}$$

$$t_{024} = 0,03 \text{ хв}$$

Сумарний основний час на операції:

$$T_0 = t_{01} + t_{oi} = 23,65 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо допоміжний час:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \quad (3.21)$$

де $t_{\text{вст}}$ – час на встановлення, затискання та зняття деталі;

$t_{\text{пер}}$ – час переходу;

$t_{\text{зм}}$ – час для зміни роботи верстата;

$t_{\text{к}}$ – час на контрольні вимірювання.

$$t_{\text{доп}} = 0,5 + 0,05 + 0,06 + 0,5 = 1,11 \text{ хв}$$

Розраховуємо оперативний час операції:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{oi}} + t_{\text{доп}} \quad (3.22)$$

Тоді

$$t_{\text{оп1}} = 10,4 + 1,11 = 11,51 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп2}} = 0,13 + 1,11 = 1,24 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп3}} = 0,16 + 1,11 = 1,27 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп4}} = 0,4 + 1,11 = 1,51 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп5}} = 0,09 + 1,11 = 1,20 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп6}} = 0,25 + 1,11 = 1,36 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп7}} = 0,25 + 1,11 = 1,36 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп8}} = 1,2 + 1,11 = 2,31 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп9}} = 4,1 + 1,11 = 5,21 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп10}} = 0,41 + 1,11 = 1,52 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп11}} = 0,8 + 1,11 = 1,91 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп12}} = 0,32 + 1,11 = 1,43 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп13}} = 0,03 + 1,11 = 1,14 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп14}} = 0,26 + 1,11 = 1,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп15}} = 0,93 + 1,11 = 2,04 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп16}} = 0,12 + 1,11 = 1,23 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп17}} = 0,12 + 1,11 = 1,23 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп18}} = 0,4 + 1,11 = 1,51 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп19}} = 0,95 + 1,11 = 2,06 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{оп20} = 0,27 + 1,11 = 1,38 \text{ хв}$$

$$t_{оп21} = 0,22 + 1,11 = 1,33 \text{ хв}$$

$$t_{оп22} = 1,2 + 1,11 = 2,31 \text{ хв}$$

$$t_{оп23} = 0,6 + 1,11 = 1,71 \text{ хв}$$

$$t_{оп24} = 0,03 + 1,11 = 1,14 \text{ хв}$$

Визначаємо час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця, на відпочинок і природні потреби, які приймаються у відсотках від оперативного часу на операцію:

$$t_{обсл} = 0,06 * t_{оп} \quad (3.23)$$

$$t_{відп} = 0,04 * t_{оп} \quad (3.24)$$

Тоді

$$t_{обсл1} = 0,06 * 11,51 = 0,69 \text{ хв}$$

$$t_{відп1} = 0,04 * 11,51 = 0,46 \text{ хв}$$

$$t_{обсл2} = 0,06 * 1,24 = 0,074 \text{ хв}$$

$$t_{відп2} = 0,04 * 1,24 = 0,049 \text{ хв}$$

$$t_{обсл3} = 0,06 * 1,27 = 0,076 \text{ хв}$$

$$t_{відп3} = 0,04 * 1,27 = 0,051 \text{ хв}$$

$$t_{обсл4} = 0,06 * 1,51 = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{відп4} = 0,04 * 1,51 = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{обсл5} = 0,06 * 1,20 = 0,072 \text{ хв}$$

$$t_{відп5} = 0,04 * 1,20 = 0,048 \text{ хв}$$

$$t_{обсл6} = 0,06 * 1,36 = 0,082 \text{ хв}$$

$$t_{відп6} = 0,04 * 1,36 = 0,054 \text{ хв}$$

$$t_{обсл7} = 0,06 * 1,36 = 0,082 \text{ хв}$$

$$t_{відп7} = 0,04 * 1,36 = 0,054 \text{ хв}$$

$$t_{обсл8} = 0,06 * 2,31 = 0,14 \text{ хв}$$

$$t_{відп8} = 0,04 * 2,31 = 0,092 \text{ хв}$$

$$t_{обсл9} = 0,06 * 5,21 = 0,31 \text{ хв}$$

$$t_{відп9} = 0,04 * 5,21 = 0,21 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{обсл}10} = 0,06 * 1,52 = 0,091 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}10} = 0,04 * 1,52 = 0,061 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}11} = 0,06 * 1,91 = 0,11 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}11} = 0,04 * 1,91 = 0,076 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}12} = 0,06 * 1,43 = 0,086 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}12} = 0,04 * 1,43 = 0,057 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}13} = 0,06 * 1,14 = 0,068 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}13} = 0,04 * 1,14 = 0,046 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}14} = 0,06 * 1,37 = 0,082 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}14} = 0,04 * 1,37 = 0,055 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}15} = 0,06 * 2,04 = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}15} = 0,04 * 2,04 = 0,082 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}16} = 0,06 * 1,23 = 0,074 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}16} = 0,04 * 1,23 = 0,049 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}17} = 0,06 * 1,23 = 0,074 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}17} = 0,04 * 1,23 = 0,049 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}18} = 0,06 * 1,51 = 0,091 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}18} = 0,04 * 1,51 = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}19} = 0,06 * 2,06 = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}19} = 0,04 * 2,06 = 0,082 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}20} = 0,06 * 1,38 = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}20} = 0,04 * 1,38 = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}21} = 0,06 * 1,33 = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}21} = 0,04 * 1,33 = 0,053 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}22} = 0,06 * 2,31 = 0,14 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}22} = 0,04 * 2,31 = 0,092 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}23} = 0,06 * 1,71 = 0,1 \text{ хв}$$

$$t_{\text{відп}23} = 0,04 * 1,71 = 0,068 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл}24} = 0,06 * 1,14 = 0,068 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{відп24}} = 0,04 * 1,14 = 0,046 \text{ хв}$$

Визначаємо норму штучного часу на операцію:

$$t_{\text{шт}} = \sum t_{oi} + t_{\text{доп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} \quad (3.25)$$

тоді

$$t_{\text{шт1}} = 10,4 + 1,11 + 0,69 + 0,46 = 12,66 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт2}} = 0,13 + 1,11 + 0,074 + 0,049 = 1,36 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт3}} = 0,16 + 1,11 + 0,076 + 0,051 = 1,40 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт4}} = 0,4 + 1,11 + 0,09 + 0,06 = 1,66 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт5}} = 0,09 + 1,11 + 0,072 + 0,048 = 1,32 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт6}} = 0,25 + 1,11 + 0,082 + 0,054 = 1,50 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт7}} = 0,25 + 1,11 + 0,082 + 0,054 = 1,50 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт8}} = 1,2 + 1,11 + 0,14 + 0,092 = 2,54 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт9}} = 4,1 + 1,11 + 0,31 + 0,21 = 5,73 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт10}} = 0,41 + 1,11 + 0,091 + 0,061 = 1,68 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт11}} = 0,8 + 1,11 + 0,11 + 0,076 = 2,10 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт12}} = 0,32 + 1,11 + 0,086 + 0,057 = 1,57 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт13}} = 0,03 + 1,11 + 0,068 + 0,046 = 1,25 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт14}} = 0,26 + 1,11 + 0,082 + 0,055 = 1,51 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт15}} = 0,93 + 1,11 + 0,12 + 0,082 = 2,24 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт16}} = 0,12 + 1,11 + 0,074 + 0,049 = 1,35 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт17}} = 0,12 + 1,11 + 0,074 + 0,049 = 1,35 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт18}} = 0,4 + 1,11 + 0,091 + 0,06 = 1,66 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт19}} = 0,95 + 1,11 + 0,12 + 0,082 = 2,26 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт20}} = 0,27 + 1,11 + 0,08 + 0,06 = 1,52 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт21}} = 0,22 + 1,11 + 0,08 + 0,053 = 1,46 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт22}} = 1,2 + 1,11 + 0,14 + 0,092 = 2,54 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт23}} = 0,6 + 1,11 + 0,1 + 0,068 = 1,88 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт24}} = 0,03 + 1,11 + 0,068 + 0,046 = 1,25 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу:

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n} \quad (3.26)$$

тоді

$$t_{\text{шт.к1}} = 12,66 + \frac{15}{600} = 12,69 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к2}} = 1,36 + \frac{15}{600} = 1,39 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к3}} = 1,40 + \frac{15}{600} = 1,43 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к4}} = 1,66 + \frac{15}{600} = 1,69 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к5}} = 1,32 + \frac{15}{600} = 1,35 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к6}} = 1,50 + \frac{15}{600} = 1,53 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к7}} = 1,50 + \frac{15}{600} = 1,53 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к8}} = 2,54 + \frac{15}{600} = 2,57 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к9}} = 5,73 + \frac{15}{600} = 5,75 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к10}} = 1,68 + \frac{15}{600} = 1,71 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к11}} = 2,10 + \frac{15}{600} = 2,13 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к12}} = 1,57 + \frac{15}{600} = 1,6 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к13}} = 1,25 + \frac{15}{600} = 1,28 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к14}} = 1,51 + \frac{15}{600} = 1,54 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к15}} = 2,24 + \frac{15}{600} = 2,27 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к16}} = 1,35 + \frac{15}{600} = 1,38 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к17}} = 1,35 + \frac{15}{600} = 1,38 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к18}} = 1,66 + \frac{15}{600} = 1,69 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к19}} = 2,26 + \frac{15}{600} = 2,29 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к20}} = 1,52 + \frac{15}{600} = 1,55 \text{ хв}$$

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{шт.к21}} = 1,46 + \frac{15}{600} = 1,49 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к22}} = 2,54 + \frac{15}{600} = 2,57 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к23}} = 1,88 + \frac{15}{600} = 1,91 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт.к24}} = 1,25 + \frac{15}{600} = 1,28 \text{ хв}$$

Всі обраховані дані заносимо в таблицю 3.9

Таблиця 3.9

Технічні норми часу по операціям

Назва і номер операції	t_0 , хв	$t_{\text{доп}}$, хв	$t_{\text{оп}}$, хв	$t_{\text{обсл}}$, хв	$t_{\text{відп}}$, хв	$t_{\text{шт}}$, хв	$t_{\text{п.з}}$, хв	п, шт	$t_{\text{штк}}$, хв
010 Розрізувальна	10,4	1,11	11,51	0,69	0,46	12,66	15	600	12,69
015 Фрезерувальна	0,13		1,24	0,074	0,049	1,36			1,39
020 Фрезерувальна	0,16		1,27	0,076	0,051	1,40			1,43
025 Фрезерувальна	0,4		1,51	0,09	0,06	1,66			1,96
030 Стругальна	0,09		1,20	0,072	0,048	1,32			1,35
035 Фрезерувальна	0,25		1,36	0,082	0,054	1,50			1,53
040 Фрезерувальна	0,25		1,36	0,082	0,054	1,50			1,53
045 Токарна	1,2		2,31	0,14	0,092	2,54			2,57

Продовження таблиці 3.9

050 Токарна	4,1	1,11	5,21	0,31	0,21	5,73	1,15	600	5,75
055 Токарна	0,41		1,52	0,091	0,061	1,68			1,71
060 Токарна	0,8		1,91	0,11	0,076	2,10			2,13
065 Токарна	0,32		1,43	0,086	0,057	1,57			1,6
070 Фрезерувальна	0,03		1,14	0,068	0,046	1,25			1,28
075 Токарна	0,26		1,37	0,082	0,055	1,51			1,54
080 Токарна	0,93		2,04	0,12	0,082	2,24			2,27
085 Токарна	0,12		1,23	0,074	0,049	1,35			1,38
090 Токарна	0,12		1,23	0,074	0,049	1,35			1,38
095 Токарна	0,4		1,51	0,091	0,06	1,66			1,69
100 Токарна	0,95		2,06	0,12	0,082	2,26			2,29
110 Токарна	0,27		1,38	0,08	0,06	1,52			1,55
115 Фрезерувальна	0,22		1,33	0,08	0,053	1,46			1,49
120 Шліфувальна	1,2		2,31	0,14	0,092	2,54			2,57
125 Фрезерувальна	0,6		1,71	0,1	0,068	1,88			1,91
130 Фрезерувальна	0,03		1,14	0,068	0,046	1,25			1,28

3.11. Розробка та обґрунтування операцій технологічного процесу

Операційні карти (ОК) - це документ, який призначений для опису технологічної операції із зазначенням послідовного виконання переходів, даних про засоби технологічного оснащення, і режими різання. Застосовується при розробці одиничних технологічних процесів.

ОК містить детальний опис операції ТП з розгорнутими операціями по переходах, вказаним режимом роботи, розрахункових норм, пристосування, обладнання, робочого та вимірювального інструменту.

3.11.1. Технологічні операції

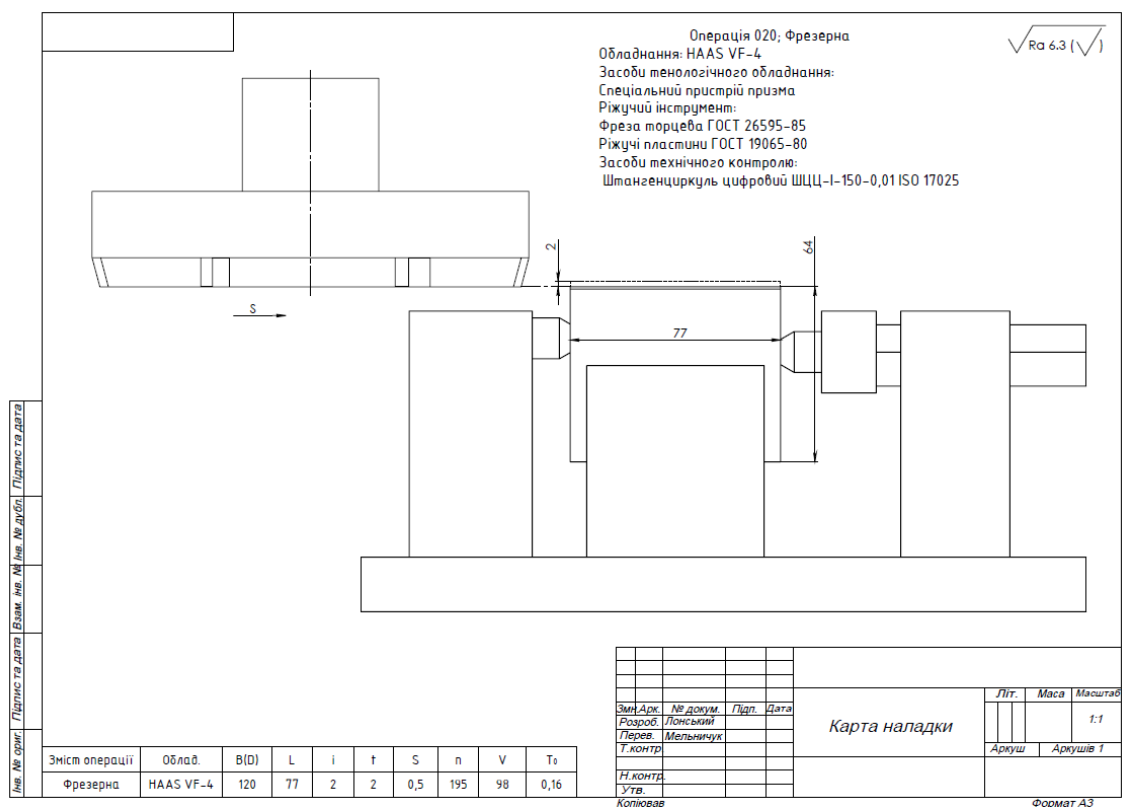


Рис 3.10 Операція 020

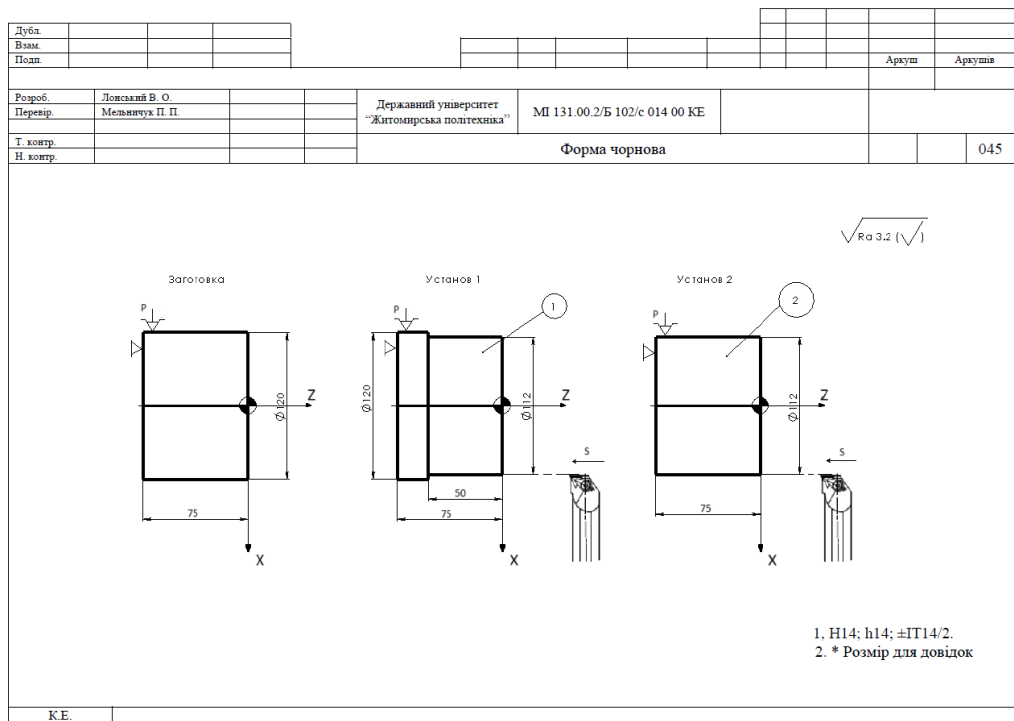


Рис 3.11 Операція 045

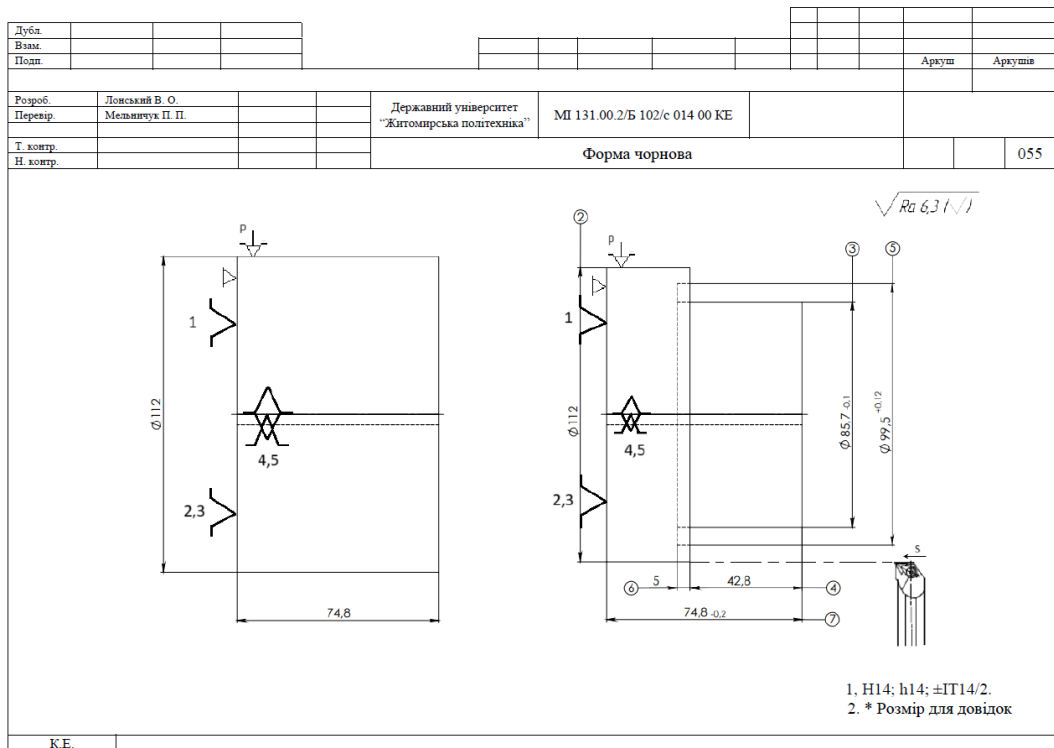


Рис 3.12 Операція 055

Висновки до розділу 3

У розділі 3 було проведено аналіз обраного матеріалу заготовки. Обґрунтовано форму заготовки та спосіб її виготовлення. Розраховано загальні та міжопераційні припуски на обробку деталі. Виконано вибір технологічного обладнання та оснащення. Проведено розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу. Розроблено та обґрунтовано послідовність операцій технологічного процесу.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Проектування та розрахунок спеціальних верстатних пристроїв

Спроектуємо спеціальний верстатний пристрій для фрезерування горизонтально окремих двох частин напів форм 2 мм на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS VF-4 на операцію №020.

Основну групу технологічного оснащення складають пристрої механо-складального виробництва. Пристрої в машинобудуванні називають допоміжним обладнанням до технологічного, що використовується при виконанні операцій обробки, складання, контролю в процесі виготовлення деталі.

4.1.1. Опис пристрою та принципу його дії

Проектований пристрій призначений для закріплення заготовки “Полусфера” і обробки горизонтально окремих двох частин напів форм 2 мм.

За призначенням даний пристрій відноситься до верстатних, так як за допомогою цього пристрою закріплюється деталь на верстаті

За рівнем універсальності – до спеціальних, так як в цьому пристрої можна обробити тільки заготовку “Полусфера”.

За типом затискного механізму – до пневматичного, так як затиск деталі виконується штовханням поршня рідиною.

За кількістю позицій – до однопозиційних, так як деталь під час обробки знаходиться в одній позиції.

За кількістю одночасно-встановлених деталей – до одномісних, так як на ньому можна обробити одночасно тільки одну деталь.

Даний пристрій збільшує продуктивність праці, так як зменшується норма часу на операцію через зменшення допоміжного часу на встановлення деталі.

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

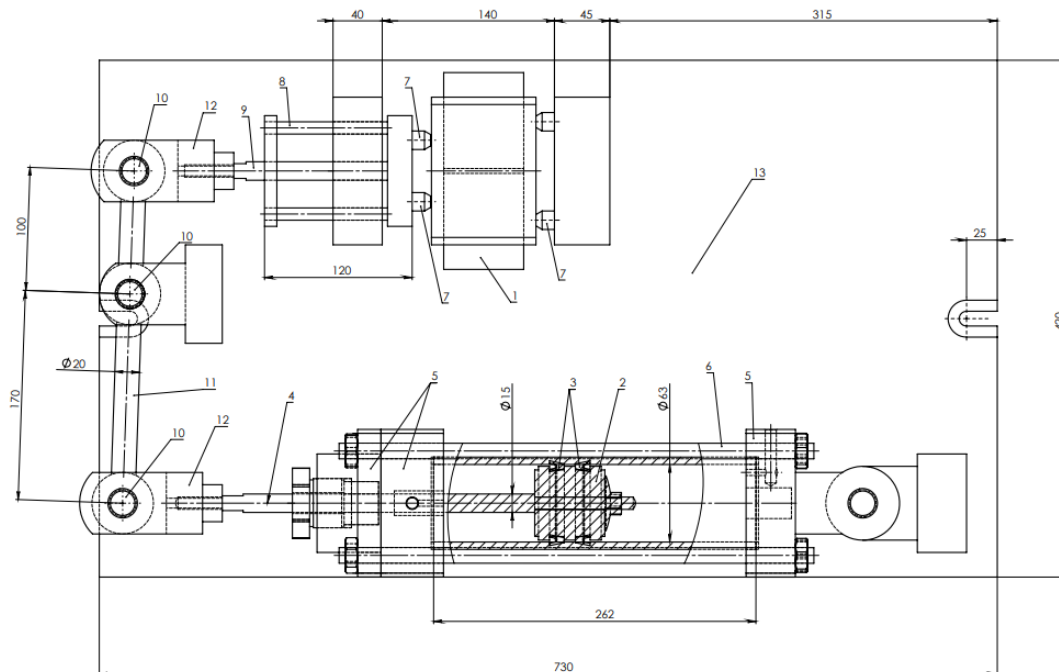


Рис. 4.1 Схема пристрою

1 - призма; 2 - робочий поршень; 3 - манжета; 4 - шток;
 5 - кришки циліндра; 6 - шпилька циліндра 7 - опорний штир;
 8 - направляючі; 9 - направляючий шток; 10 - знімний палець
 11 - важіль; 12 - вилка штока; 13 - корпус.

Принцип дії пристрою:

В цьому пристрої використовується важільний принцип який штовхається двостороннім циліндром і передає силу на направляючий шток.

Переміщення циліндра двосторонньої дії здійснюється за рахунок подачі стисненого повітря в штокову або без штокової порожнини пневматичного циліндра. При подачі стисненого повітря в без штокової порожнини циліндра, шток висувається (позиція 4) і натискає на важіль чим прижимає заготовку, при подачі стисненого повітря штокову порожнину віджимає заготовку, шток циліндра втягується і. Зусилля пневматичного циліндра двосторонньої дії залежить від діаметра поршня (позиція 5), діаметра штока і тиску, що подається в порожнину циліндра.

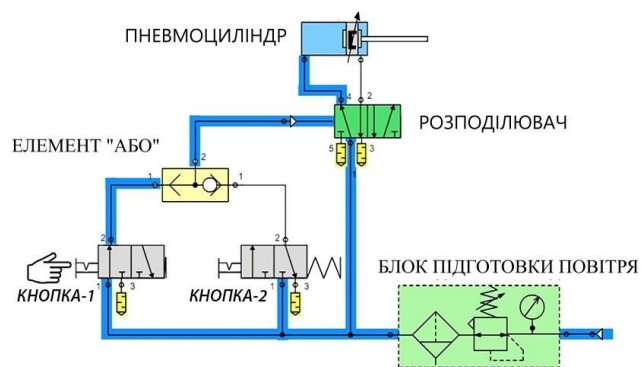


Рис. 4.2 Пневмосхема

4.1.2. 3D модель збірки пристрою в програмі SolidWorks

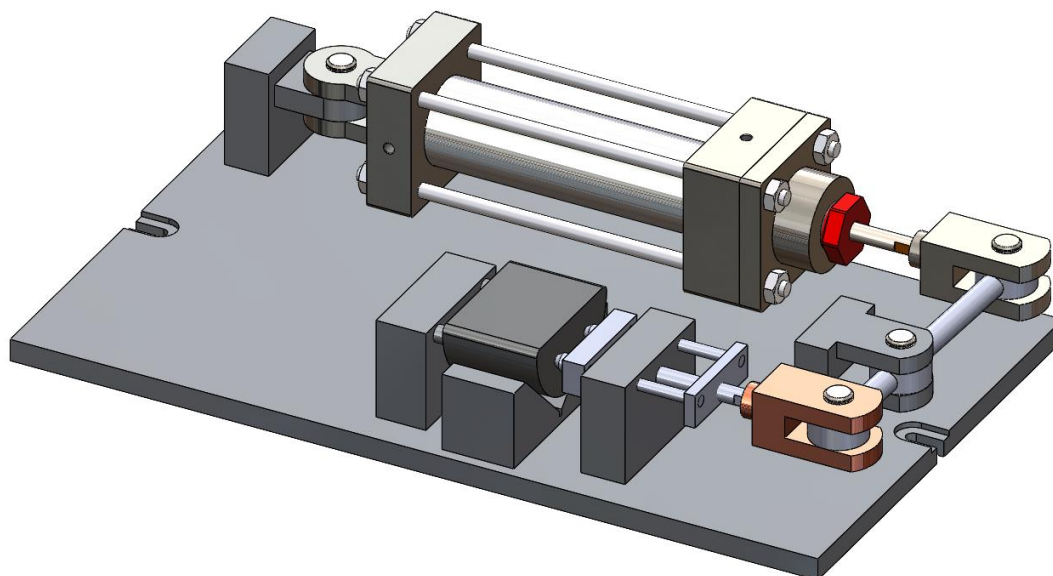


Рис 4.3 3D модель збірки пристрою в програмі SolidWorks

4.1.3. Розрахунок точності базування заготовки, сили затиску заготовки та параметрів затискного механізму

Базуванням називається розташування заготовки у пристрої відповідно різального інструменту.

Для того, щоб позбавити заготовку всіх ступенів свободи, її необхідно розташувати на шести опорних точках, в іншому разі базування є неповним.

Базою називається поверхня, лінії або точка заготовки, що використовують-ся для базування. За своїми призначеннями бази можуть бути: технологічні, конструкторські, вимірювальні.

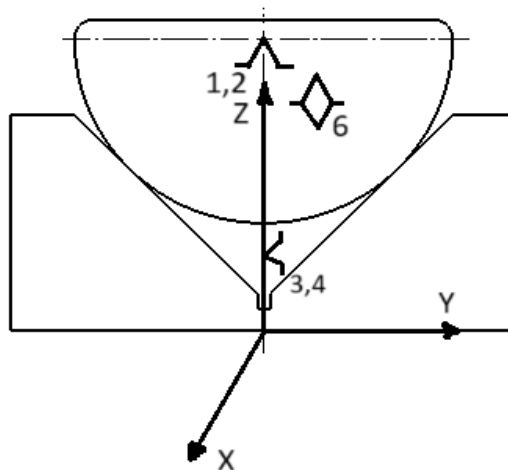


Рис. 4.4 Схема базування заготовки в пристрої

4.1.3.1. Розрахунок похибки базування

Похибка базування – це поле розсіювання розмірів між установчою та вимірювальною базами у напрямку розміру.

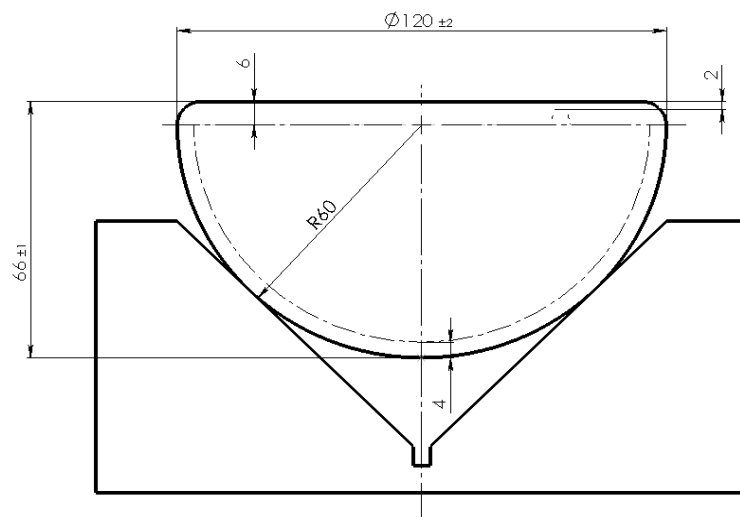


Рис. 4.5 Реалізація схеми базування заготовки пристрої

Для забезпечення точності розмірів, по яким проводиться розрахунок похибки базування повинна виконуватися умова точності:

$$T_i > \varepsilon_{\delta_i} \quad (4.1)$$

Де T_i – допуск розміру що виконується;

ε_{δ_i} – похибка базування розміру, що виконується.

На даній операції існує похибка базування на висоту оброблюваної заготовки 66 ± 1 , та на діаметр заготовки 120 ± 2 .

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\delta_{120}} = \frac{\delta D}{2} * \left(\frac{1}{\sin \sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = \frac{4}{2} * \left(\frac{1}{\sin \sin \frac{90^\circ}{2}} - 1 \right) = 0.83 \text{ мм} \quad (4.2)$$

$$T_{66} = 2 \text{ мм}$$

Умова забезпечення точності $T_i > E\delta_i$ виконується:

$$T_{66} > \varepsilon_{\delta_{120}} (2 > 0,83)$$

4.1.3.2. Розрахунок необхідної сили затиску заготовки

Вихідними даними для розрахунку сили затиску являються [10]:

- схема базування заготовки;
- величина, напрямок і місце прикладення сил, виникають при обробці;
- схема закріплення заготовки.

При розрахунку необхідної сили затиску враховують сили, які можуть діяти на заготовку при обробці, а саме:

- сили різання;
- інерційні сили;
- центробіжні сили;
- сили тертя;

Також враховують масу заготовки. Величина сили затиску також залежить і від напрямку сил.

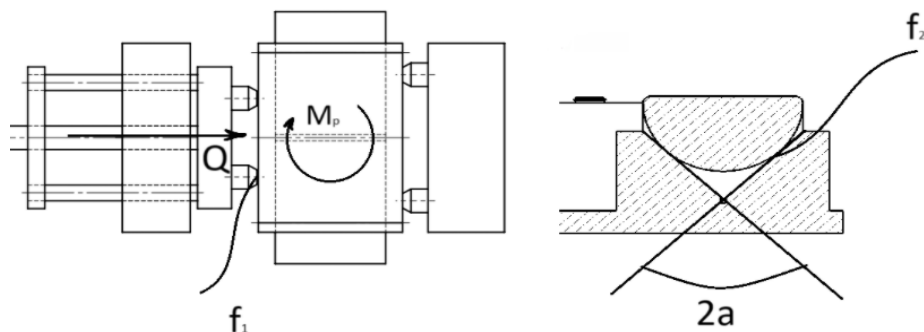


Рис. 4.6 Схема розташування сил при обробці

Розрахунок необхідної сили затиску.

Виходячи з рис. 4.6:

$$Q = K_3 \frac{2M_p}{D_3 \left(f_1 + \frac{f_2}{\sin \alpha} \right)} \quad (4.3)$$

					MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

де K_3 – коефіцієнт запасу, який знаходимо за формулою:

$$K_3 = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 \quad (4.4)$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу, інші коефіцієнти знаходимо за літературою [10]:

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує підвищення сил різання в залежності від стану шорсткості поверхонь, що обробляються.

$K_2 = 1,3$ – коефіцієнт, що характеризує підвищення сил різання в результаті затуплення різального інструменту

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує підвищення сил різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує нестабільність сили затискання в затискному механізмі;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує ергономічність ручних затискних механізмів;

K_6 = не враховується.

Отже, за формулою (4.4)

$$K_3 = 1,5 * 1,2 * 1,3 * 1,2 * 1,0 * 1,0 = 2,8$$

Приймаємо $K_3 = 2,8$

f – коефіцієнт тертя приймаємо [10]:

$$f_1 = 0,21;$$

$$f_2 = 0,2;$$

$D_3 = 120\text{мм}$ – діаметр заготовки;

$M_p = 3775$ крутячий момент що виникає при фрезеруванні, взято з розрахунків;

$$\alpha = 45^\circ.$$

Підставляємо дані в формулу (4.3)

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо фактичну величину сили на штоці пневмоциліндра за формулою:

$$W = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P \cdot \eta = \frac{\pi \cdot 63^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 1060 \text{ Н}$$

де, D - діаметр поршня;

P - тиск в пневмомережі (P=0.4....1 МПа);

η - ККД (=0.85....0.9);

4.2. Проектування спеціального різального інструмента “Стругального різця”

Спроекуємо спеціальний різець для стругання паза для замка в напів формі для операції № 030.

4.2.1. Вибір геометричних параметрів

Геометричні параметри різців визначають їхню форму, положення в просторі та робочі характеристики, що впливають на якість і продуктивність обробки. Ось основні геометричні параметри токарних різців:

1. Кути різця:

- Передній кут
- Кут між передньою поверхнею різця та площиною, перпендикулярною до осі заготовки.
- Задній кут
- Кут між задньою поверхнею різця та дотичною до оброблюваної поверхні. Зменшує тертя між різцем і деталлю.
- Кут нахилу різальної кромки
- Кут між різальною кромкою та горизонтальною площиною. Впливає на відведення стружки та стійкість різця.
- Кут загострення
- Кут між передньою і задньою поверхнями. Визначає міцність різальної частини.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кут різання
- Кут між напрямком подачі та різальною кромкою.

2. Геометрія різальної частини

- Основна різальна кромка
- Це частина ріжучої частини, що бере основну участь у знятті стружки.
- Додаткова різальна кромка
- Забезпечує гладкість оброблюваної поверхні.
- Радіус заокруглення вершини різця
- Впливає на якість поверхні та рівномірність зусиль різання.

3. Робочі кути різця в площині

- Кут в плані
- Кут між основною різальною кромкою та напрямком подачі. Визначає форму стружки і вплив різця на поверхню.

- Кут при вершині.
- Загальний кут між основною і додатковою різальними кромками.

4. Передня і задня поверхні

- Передня поверхня – площина, уздовж якої рухається стружка. Її нахил задається переднім кутом.

- Задня поверхня – площина, звернена до оброблюваної поверхні.

5. Стружкові канавки

Для кращого формування та відведення стружки різець може мати спеціальні канавки. Їх геометрія впливає на зусилля різання та якість поверхні.

4.2.2. Вибір конструктивних елементів

Основні розміри паза під замок:

- Ширина – 5 мм;
- Глибина – 4 мм;
- Кут від стінки до стінки - 30°.

Основні геометричні параметри різця:

- довжина робочої частини різця – $l = 25$ мм;

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- загальна довжина – $L = 140$ мм;
- ширина різця – $B = 16$ мм;
- висота різця – $H = 25$ мм;
- передній кут - 10° ;
- задній кут – 15° ;
- товщина пластини – 3 мм;

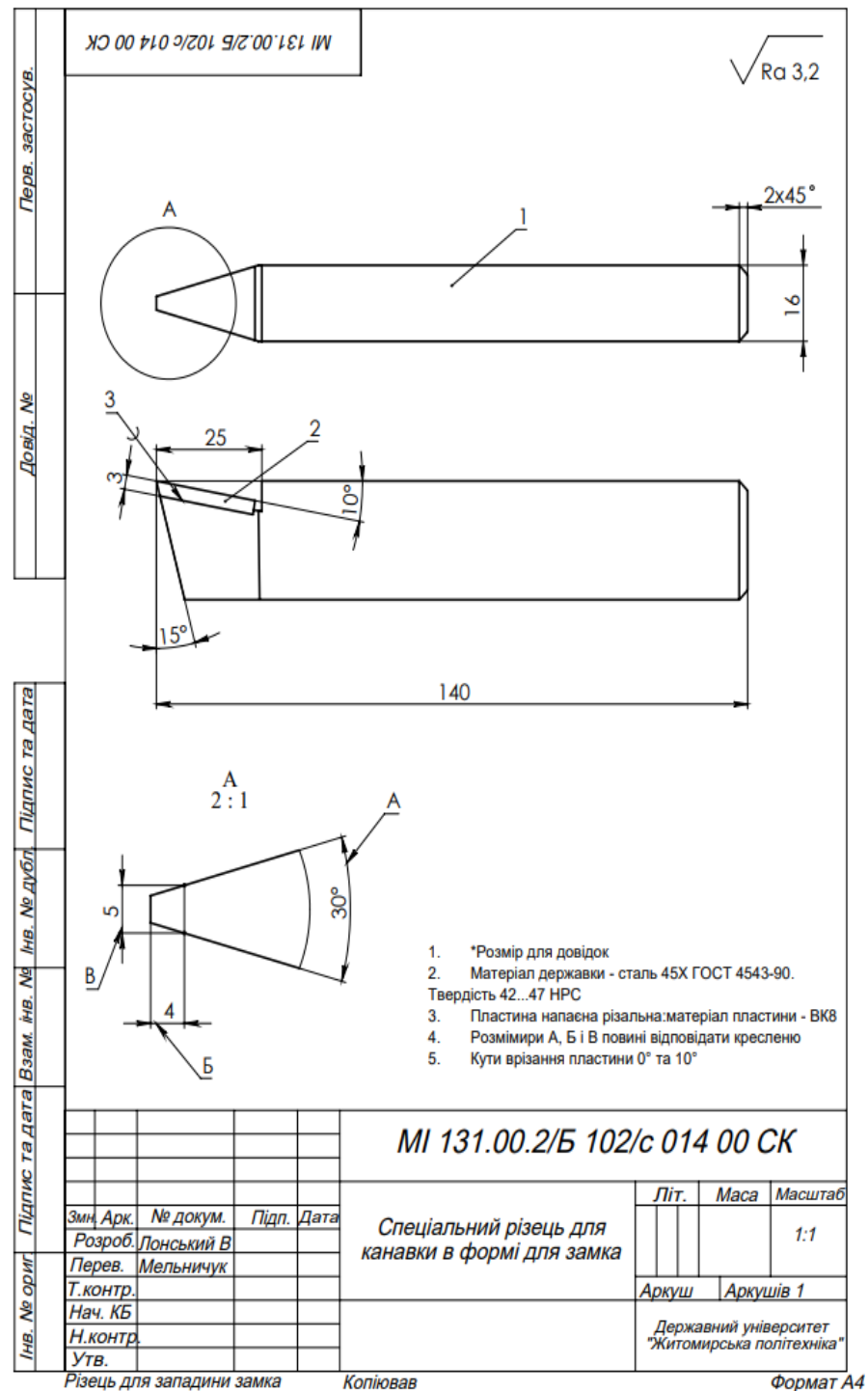


Рис. 4.8. Креслення спеціального різця для канавки для замка

Висновки до розділу 4

У розділі 4 було розроблено спеціальний верстатний пристрій для надійного закріплення чорнової форми під час виконання операцій №020, 025, 030, 035, 040.

Крім того, спроектовано спеціальний різальний інструмент для стругання канавки в операції №030.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи за завданням було розроблено технологічний процес дрібносерійного виробництва форм чорнових для склоформуєчої машини EMHART I.S. типу EF 4 ¼.

1. Було запропоновано методи обробки деталей, включаючи механічну обробку та лиття, які є продуктивними та економічно доцільними для виготовлення форм чорнових.

2. Був вибраний метод виготовлення форм чорнових з використанням лиття в кокіль, що дозволяє знизити витрати на матеріали та підвищити економічну ефективність виробництва.

3. Був проведений аналіз матеріалів та вибір технологічного обладнання, що може відповідати вимогам високої точності обробки.

4. Також був спроектований спеціалізований пристрій для фіксації заготовок, який забезпечує стабільність і точність положення деталі в технологічних операціях 020, 025, 030, 035, 040. Це сприяє підвищенню якості обробки та зменшенню похибок.

5. Був спроектований стругальний різець для формування канавки в одній напів формі.

Отже, розроблений технологічний процес може використовуватися для непрофільних виробництв, та також може бути впроваджений для профільного виробництва ПрАТ «Мар'янівський склозавод».

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Паспортні дані склоформуєчої машини EMHART I.S. типу EF 4 ¼
2. Інструкція з експлуатації машини EMHART I.S. EF 4 1/4 [технічна документація виробника].
3. ГАЗОПОРОШКОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ НА ЧАВУННІ ДЕТАЛІ - Осіпчук І.О.; Піскун .Я.В.; Вакуленчик Я.Р. ;Висоцький В.В., студенти ІV курсу гр. ТМ-132; Науковий керівник – к.т.н., доц. Ночвай В.М.; Житомирський державний технологічний університет. 2015-05-13
4. Технологія лиття металів / Під редакцією Іваненка В.О. – Київ: Політехніка, 2015.
5. Матеріалознавство та обробка металів / Петров С.М. – Харків: Видавництво ХП, 2017.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічне оснащення» включає лекції та теми, які виносяться на самостійне вивчення студентів призначений для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка., 2020. – 403 с.
7. Ю. В. Булига, Н. Р. Веселовська, В. П. Міськов «Теорія різання. Розрахунок режимів різання»
8. М.А.Красовський, П.П.Мельничук, В.А.Яновський. Курсове проектування з Технології Машинобудування. Навчально – методичний посібник-Житомир:ЖДТУ:2010р.
9. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 “Технологія машинобудування”, 7.090203 “Металорізальні верстати і системи”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами” / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 600 с.
10. Яновський В. А., Сніцар В. Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально – методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с.
11. П.П.Мельничук, А.І.Боровик, П.А.Лінчевський, Ю.В.Петраков «Технологія машинобудування» :Підручник-Житомир:ЖДТУ,2005-882с.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Література сайтів підприємств скляної промисловості України (Мар'янівський, Гостомельський, Костопільський склозаводи).

13. Машина та обладнання ливарного виробництва / Під ред. Б.Ф. Петрова. - М.: Машинобудування, 2001. - 440 с.

14. Каталог обладнання HAAS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.haascnc.com>

15. Технічна документація на верстат 16K20Ф3 з ЧПК / ВАТ «Червоний металіст», Харків.

					МІ 131.00.1/Б 102/с 014 00-ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

№ Опер.	Назва опер.	Модель верстата	Засоби технологічного оснащення			
			Пристрій	Допоміжний інструмент	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
010	Розрізувальна	Pilous ARG 330 Plus	Лещата	-	Стрічкова пила	Лінійка
015	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
020	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
025	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева RA200-068J25.4-12M Ріжучі пластини RCKT 12 04 MO-KM3220	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
030	Стругальна	WPM63	Призма	-	Спеціальний різець для стругання	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
035	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка ISO40	RF75-SP12-D080-d27-Z06 під пластину SPKN 1204..	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
040	Фрезерна	HAAS VF-4	Призма	Оправка ISO40	Фреза сферична твердосплавна R1 L50/4 d4 Z2	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
045	Токарна	16K20Ф3	Гідравлічний 4-х кулачковий патрон з самоцентруванням	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878-73	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
050	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний відігнутий ГОСТ 18877-73	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025

055	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний DCNLR 2020K 12 Ріжуча пластина CNMA 12 04 04-KR 3210	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
060	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x6x170	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
065	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець прохідний прямий ГОСТ 18878-73	Набір радіусних шаблонів № 1 R 1-6 мм ГОСТ 4126-66
070	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка для кінцевої фрези DIN2080	Фреза кінцева твердосплавна монолітна Ф 10,0 z=3 55/25 BK8	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
075	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Патрон свердлильний d3,0-16,0 DIN69880	Свердло ГОСТ 10902-77	Нутромір індикаторний HI-10-18-0,01 ГОСТ 868-82
080	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16x16x140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82, Калібр-пробка ГОСТ 14807-69,
085	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x4x170	Нутромір індикаторний HI-50-100-0,01 ГОСТ 868-82
090	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець для внутрішніх канавок 25x16x4x170	Нутромір індикаторний HI-50-100-0,01 ГОСТ 868-82
095	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець підрізний відігнутий 20x12x125 ГОСТ 18880-73	Штангенциркуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025

100	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16х16х140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
105	Наплавлення	Піч	Термостат для наплавлення чавунних деталей	-	Газо порошковий пальник, порошок: Колмоной	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
110	Токарна	16K20Ф3	4-х кулачковий патрон	Різцедержач VDI 3425 універсальний DIN 69880 SUMTOM	Різець розточувальний для глухих отворів 16х16х140	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
115	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза кінцева 10 мм ГОСТ	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
120	Шліфувальна	Jainnher JHI-150CNC	4-х кулачковий патрон	-	Головка шліфувальна циліндрична Ø20х25х6	Нутромір індикаторний HI-18-50-0,01 ГОСТ 868-82
125	Фрезерна	HAAS VF-4	Лещата верстатні швидкозажимні 100 мм	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза кінцева 16 мм ГОСТ 17025-71	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025
130	Фрезерна	HAAS VF-4	Двовісні прецизійні лещата	Оправка 6222-0036 (7:24-50, пос.32мм)	Фреза торцева ГОСТ 26595-85 Ріжучі пластини ГОСТ 19065-80	Штангенцикуль цифровий ШЦЦ-I-150-0,01 ISO 17025

ДОДАТОК Б

Зміст, номер операції або переходу	t, мм	L	i	T _м , хв	S, мм/о б	n, об/ хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
010										
Перехід 1 Розрізання заготовки на довжину 85 мм	60	60	2	60	-	-	10	140	10,4	5,5
015										
Перехід 1 Фрезерування торців заготовки 4 мм	4	60	2	120	0,5	175	87,92	875	0,13	13,6
020										
Перехід 1 Фрезерувати окремих заготовок напів форм 2 мм	2	77	2	120	0,5	195	98	975	0,16	7,5
025										
Перехід 1 Фрезерувати заготовки напів форми (А) 4 мм	4	77	1	120	0,2	1210	301	1450	0,4	5,73
030										
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	2	77	1	60	2	-	7,5	-	0,04	0,4
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	1,6	77	1	60	1,5	-	12,6	-	0,03	0,4
Перехід 1 Стругати западину під зуб в заготовці напів форми (А)	0,4	77	1	60	0,24	-	314,6	-	0,02	0,6
035										
Перехід 1 Фрезерувати заготовку напів форми (Б) формуючи зуб дотримуючись розмірів з креслення	4	77	2	120	0,5	310	77,9	620	0,25	8,7

040										
Перехід 1 Фрезерувати в частині напів форми (Б) біля замка канавку Ø2 мм	1,5	77	1	120	0,01	15000	100	300	0,25	0,1
045										
Перехід 1 Точити начорно Ø120 до Ø116	2	77,2	1	60	1,3	200	72,9	-	0,5	1,9
Перехід 2 Точити напівчисто Ø116 до Ø112,8	1,6	76,9	1	60	1,0	250	88,6	-	0,4	1,8
Перехід 3 Точити чисто Ø112,8 до Ø112	0,4	76,2	1	60	0,2	315	110,8	-	0,3	0,6
050										
Перехід 1 Точити торці в розмір 74,8 мм	1,1	60	2	60	0,1	315	110,8	-	4,1	0,2
055										
Перехід 1 Точити Ø112 до Ø88,02	2,4	42,8	5	60	0,2	800	223	-	0,02	3,4
Перехід 2 Точити Ø88,02 до Ø85,7	1,16	42,8	1	60	0,15	800	237	-	0,3	1,5
Перехід 2 Точити торець Ø112 до Ø85,7	1,16	42,8	1	60	0,2	800	223	-	0,09	1,7
060										
Перехід 1 Точити Ø99,5 до Ø85,7	5	5	1	60	0,25	160	45,2	-	0,08	1,3
065										
Перехід 1 Точити заокруглення R3 мм згідно креслення	3	38	3	60	0,4	125	12	-	0,32	0,27

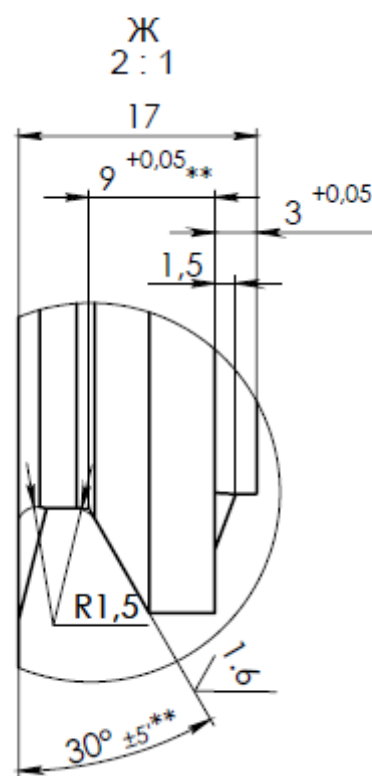
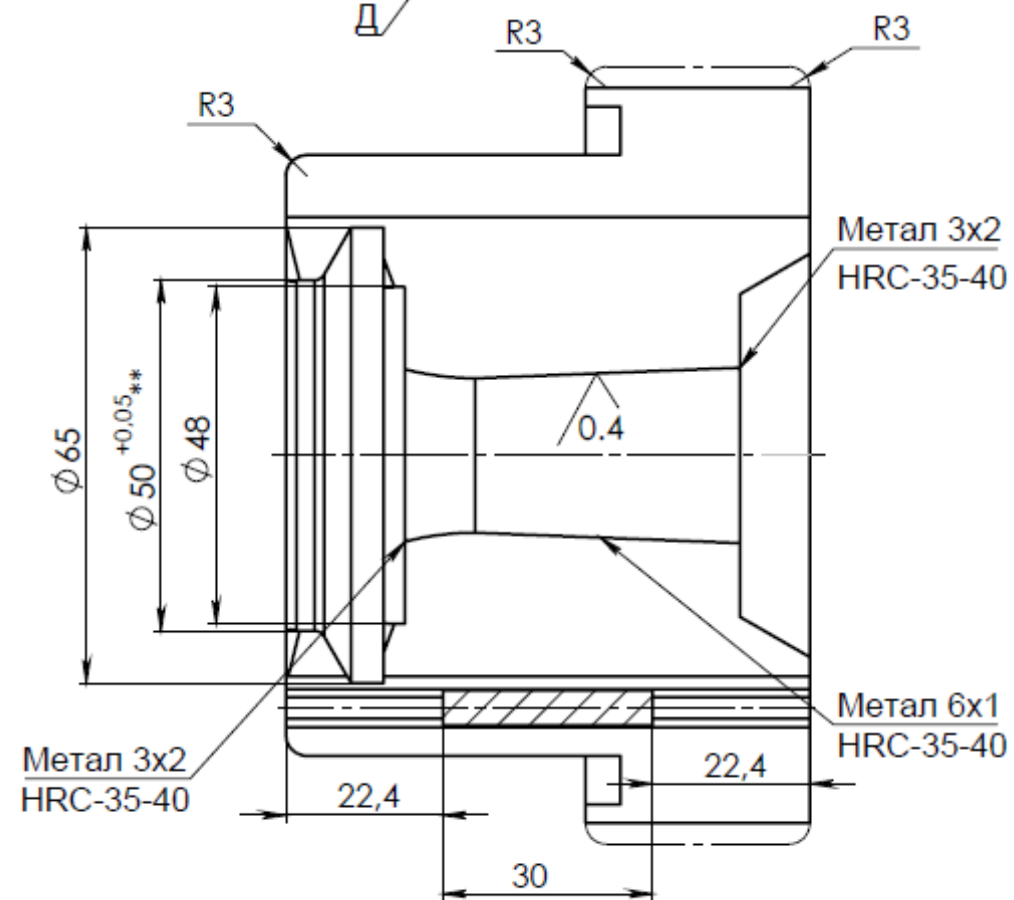
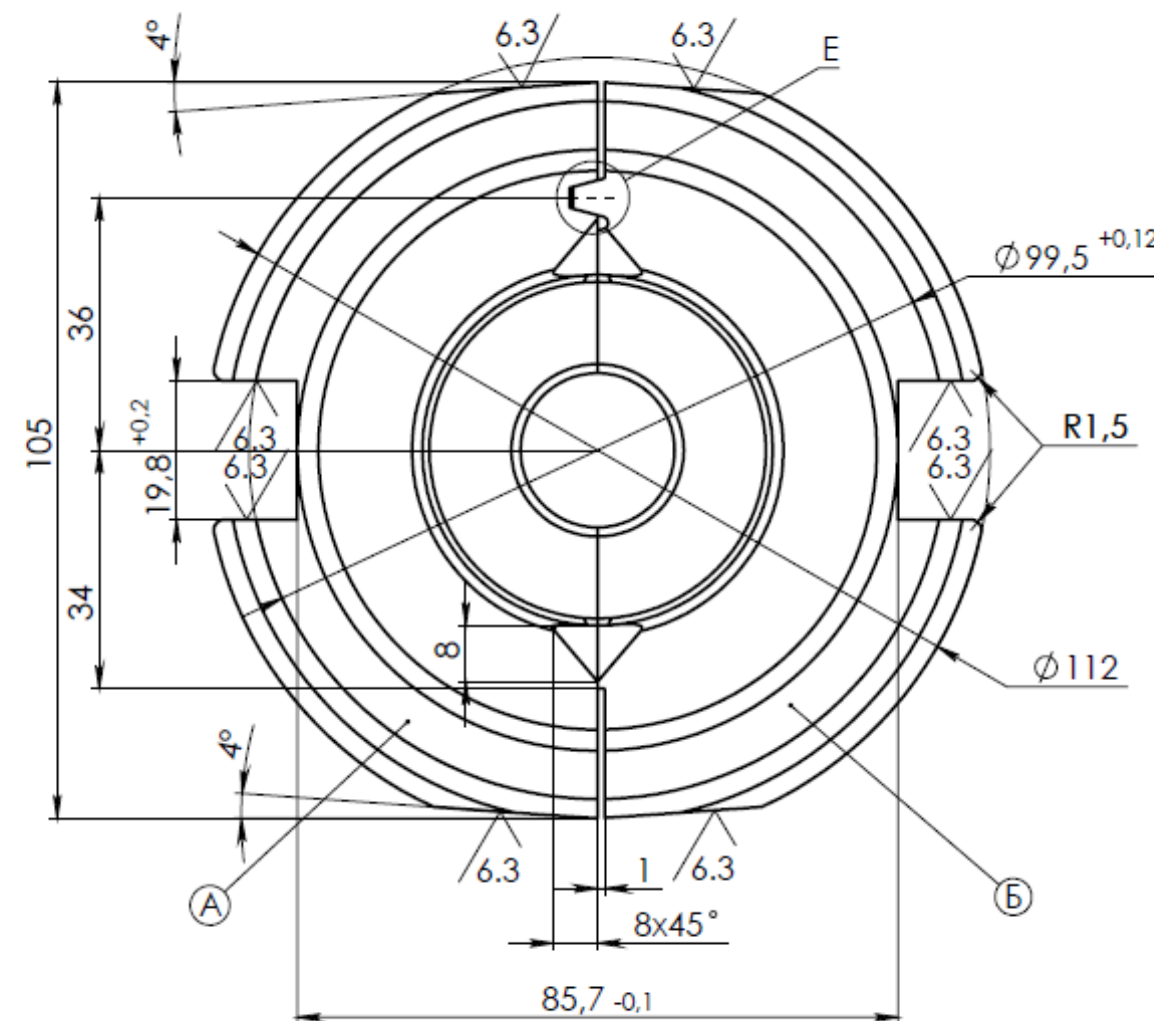
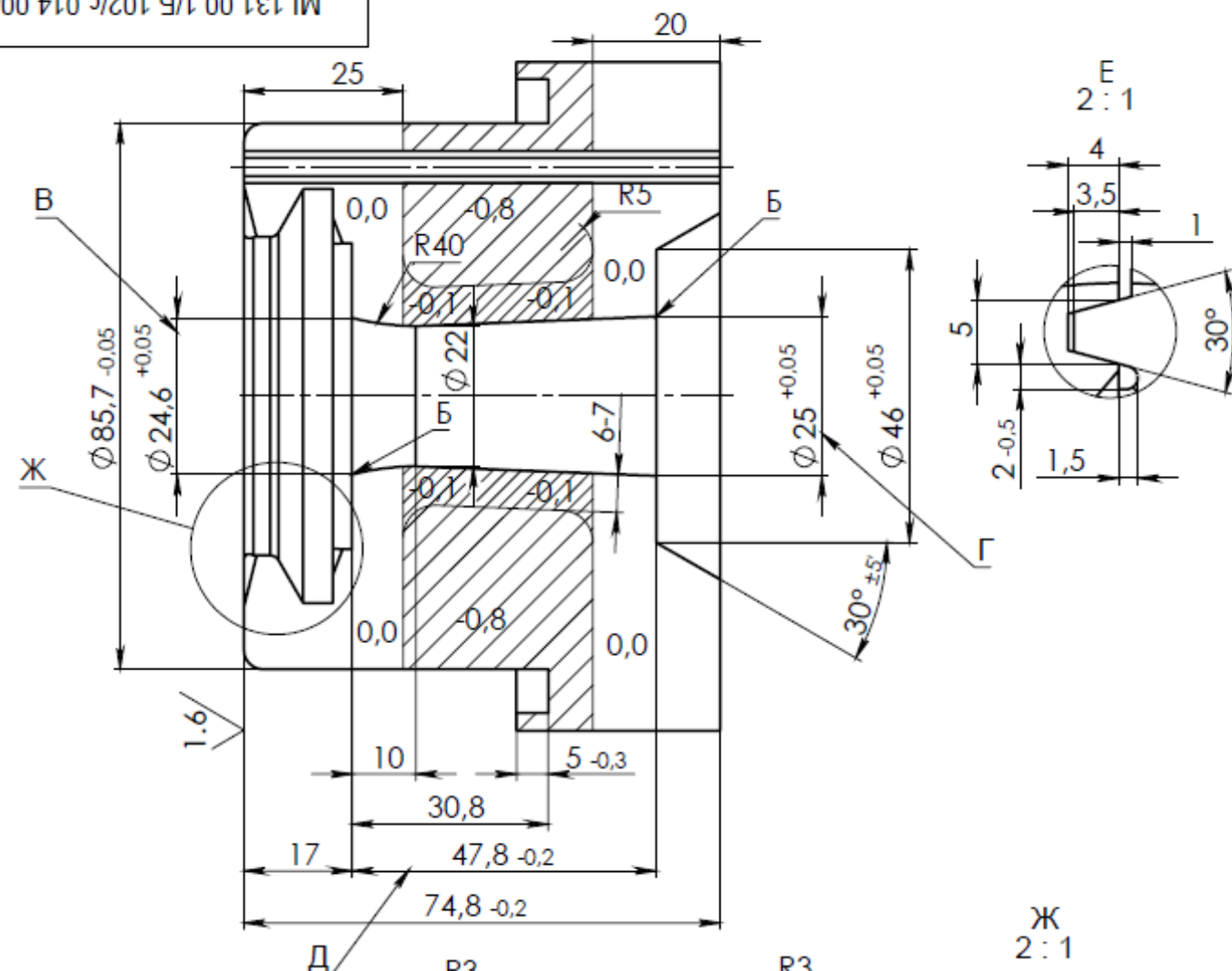
070										
Перехід 1 Фрезерувати лиски обох частин напів форм Н=3мм	3	32	4	120	0,5	785	98,6	3925	0,03	8,4
075										
Перехід 1 Свердлувати Ø16 мм	8	74,8	1	30	0,41	800	40,2	-	0,26	6,6
080										
Перехід 1 Розточити Ø16 до Ø 46	2	17	10	60	0.3	1250	137.4	-	0.5	1.7
Перехід 2 Розточити Ø46 до Ø47,59	0,795	17	1	60	0.25	1000	149.4	-	0.07	0.6
Перехід 3 Розточити Ø47,59 до Ø47,85	0,13	17	1	60	0.2	1600	240.4	-	0.05	0.13
Перехід 4 Розточити Ø47,85 до Ø48	0,075	17	1	60	0.1	1600	241	-	0.1	0.05
Перехід 5 Розточити Ø48 до Ø49,5	0,75	14	1	60	0.25	1000	155.4	-	0.06	0.6
Перехід 6 Розточити Ø49,5 до Ø49,8	0,15	14	1	60	0.2	1250	195.5	-	0.06	0.13
Перехід 7 Розточити Ø49,8 до Ø50	0,1	14	1	60	0.1	1600	251.2	-	0.09	0.08
085										
Перехід 1 Розточити Ø50 до Ø65	7,5	7,5	1	60	0,25	250	47,1	-	0,12	2
090										
Перехід 1 Розточити конусну поверхню Ø50 до Ø65 під 30°	7,5	7,5	1	60	0,25	250	47,1	-	0,12	2

095										
Перехід 1 Розточити до Ø46	2	10	10	60	1,3	400	57,8	-	0,2	2,1
Перехід 2 Розточити конусну поверхню під кутом 30° до Ø46	2	10	3	60	0,3	500	80	-	0,2	1
100										
Перехід 1 Розточити Ø16 конусну поверхню Ø27 – Ø24	1,5	37,8	3	60	0,3	1000	80	-	0,7	2,1
Перехід 2 Розточити Ø16 заокруглену поверхню Ø24 - Ø26,6 і R41	1,5	10	3	60	0,3	1000	80	-	0,25	1,3
110										
Перехід 1 Розточити конусну поверхню після наплавлення Ø24,7 – Ø21,7	0,85	37,8	1	60	0,1	400	30	-	0,135	1
Перехід 2 Розточити заокруглену поверхню після наплавлення Ø21,7 - Ø24,30 і R39,85	0,85	10	1	60	0,08	400	30	-	0,135	1
115										
Перехід 1 Фрезеруємо в напів формі (А) повітряні канавки глибиною 0,1 мм	0,1	112	3	120	0,5	3315	104,1	8288	0,04	0,3
Перехід 2 Фрезеруємо в напів формі (А) повітряні канавки глибиною 0,7 мм	0,7	24,5	6	120	0,5	1253	39,34	3133	0,05	0,6
Перехід 3 Фрезеруємо в напів формі (Б) повітряні канавки глибиною 1 мм	1	74,8	4	120	0,5	1028	32,3	2570	0,12	0,7
Перехід 4 Фрезеруємо в напів формі (Б) повітряні канавки зрізуючи зуб посередині на 30 мм	3,5	5	3	120	0,5	525	16,5	1313	0,01	1,2

120										
Перехід 1 Шліфувати конусну поверхню Ø24,85 – Ø21,85 до Ø25 – Ø22	0,15	37,8	1	-	1	400	30	-	0,8	1,6
Перехід 2 Шліфувати заокруглену поверхню Ø21,85 - Ø24,45 і R40 до Ø22 - Ø24,6	0,15	10	1	-	1	400	30	-	0,4	1,2
125										
Перехід 1 Фрезерувати два паза в напів формах симетрично формуючій осі шириною 19,8 мм до діаметра Ø85,7	13,15	32	4	120	0,08	3981	200	318	0,6	1,6
130										
Перехід 1 Фрезерувати напів форми з двох сторін під кутом 4° дотримуючись розміра 105 мм	1	32	4	120	0,5	915	115	455	0,03	3,5

ДОДАТОК В

MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-СК



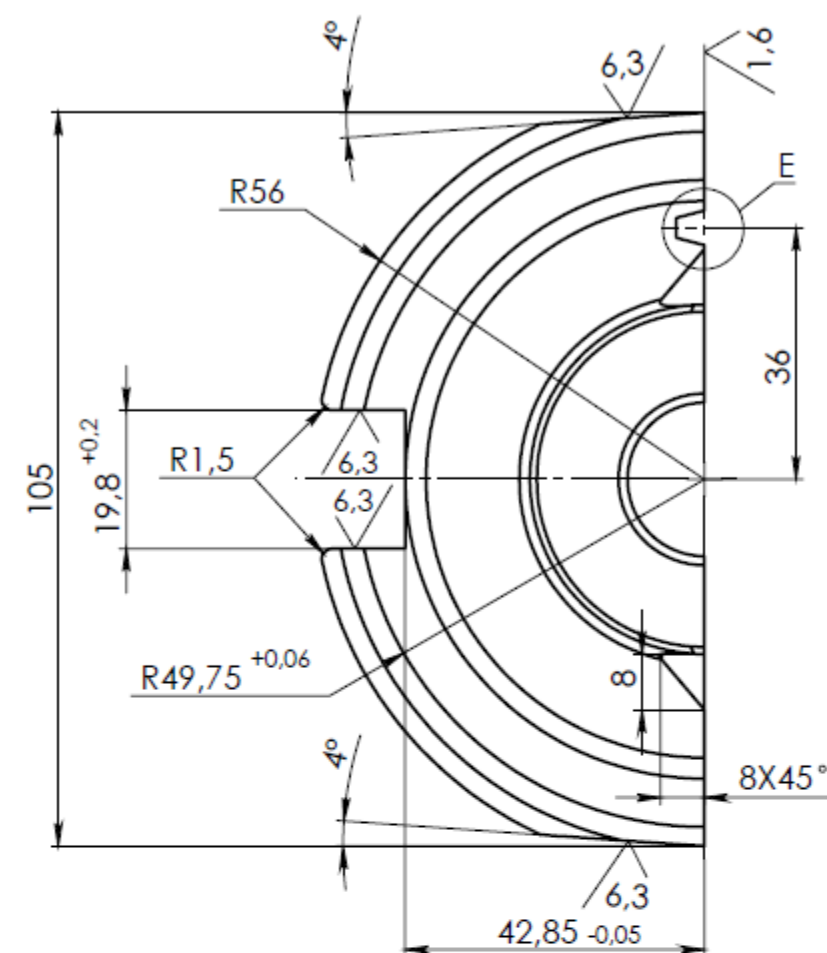
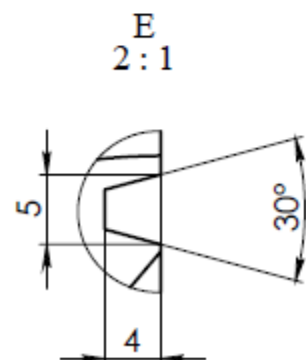
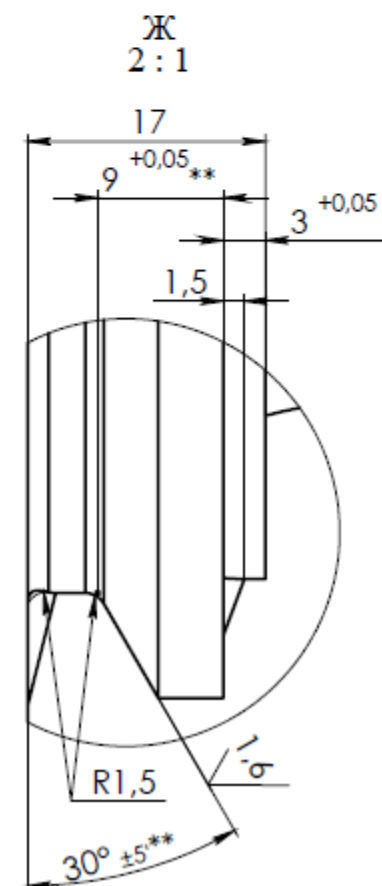
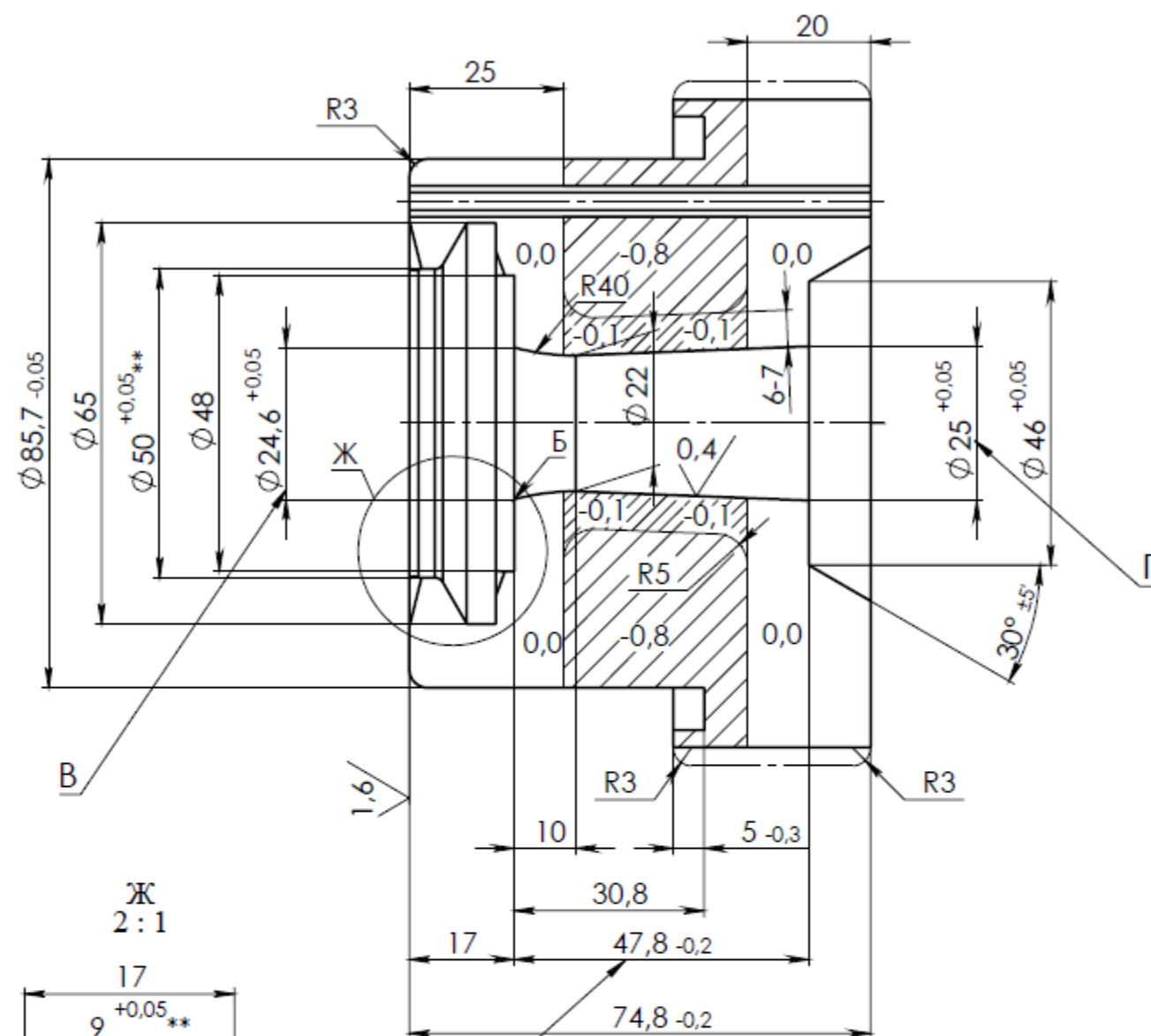
1. Позиційний допуск вісі формуючої порожнини $T 0,2$ мм; База - площина роз'єму.
2. Зазор в розйомі форми не більше $0,05$ мм.
3. Зазор в замку спарених полуформ не більше $0,1$ мм.
4. Допустиме відхилення розмірів формуючої порожнини не більше $+0,2$ мм крім розмірів Г, Д, В.
5. Гострі кромки Б зберегти наплавити металом.
6. $H14; n14; \pm \frac{IT14}{2}$.
7. Обидві частини форми А і Б маркірувати одним порядковим номером і приміняти сумісно.
8. **Контроль комплексним калібром.
9. Робочі кромки напівформ наплавити порошком "Колмоной".
10. *Розмір для довідок.

MI 131.00.1/Б 102/с 014 00-СК				Літ.	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			1:1
Розроб.	Лонський	18.08.2025				
Перев.	Мельничук					
Т.контр.				Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.				ВЧ-50 ГОСТ 7293-85		
Утв.				Державний університет Житомирська політехніка ½		

чорнова форма

Копіював

Формат А3

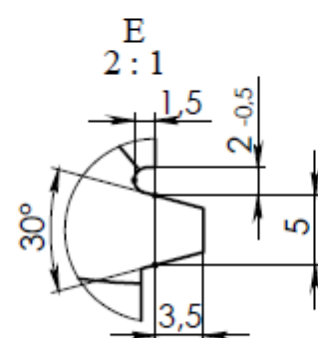
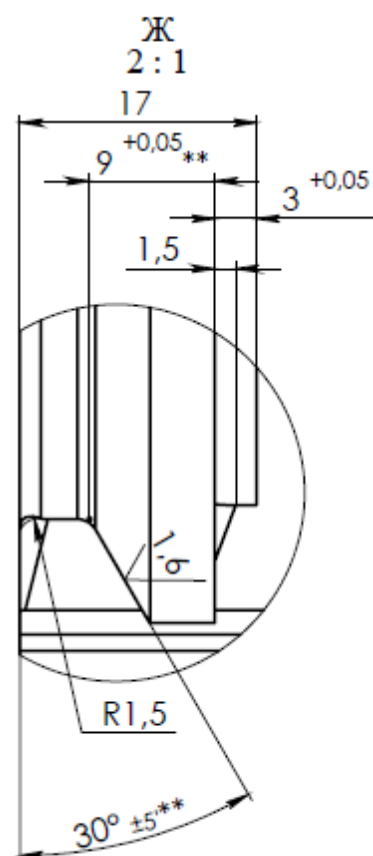
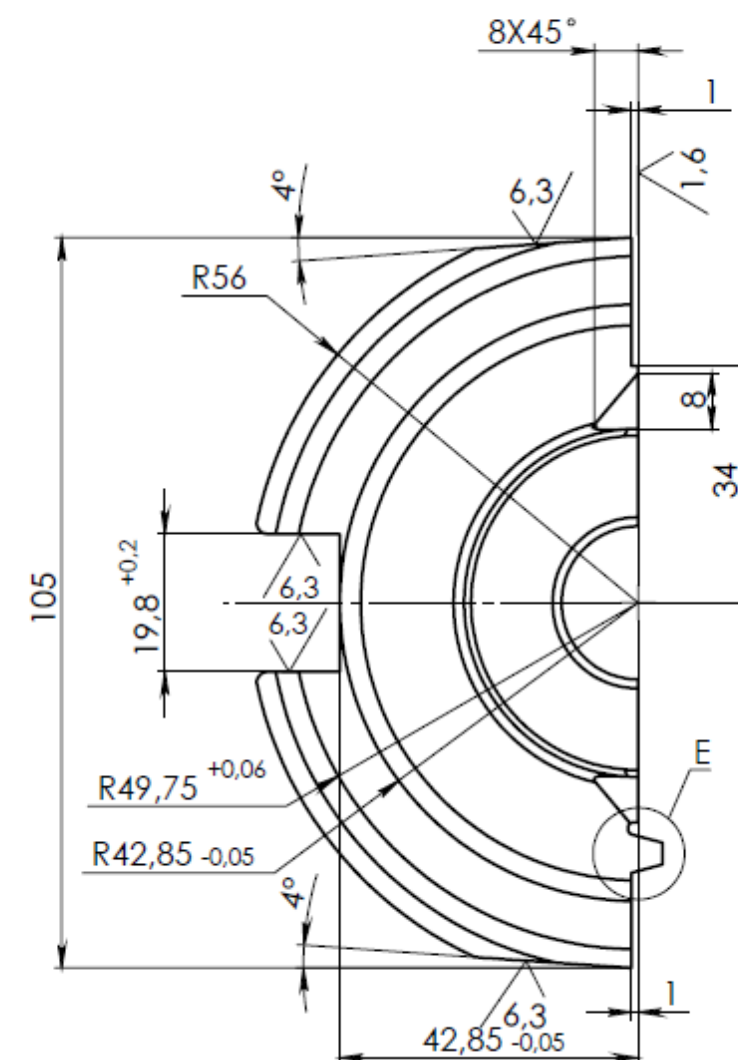
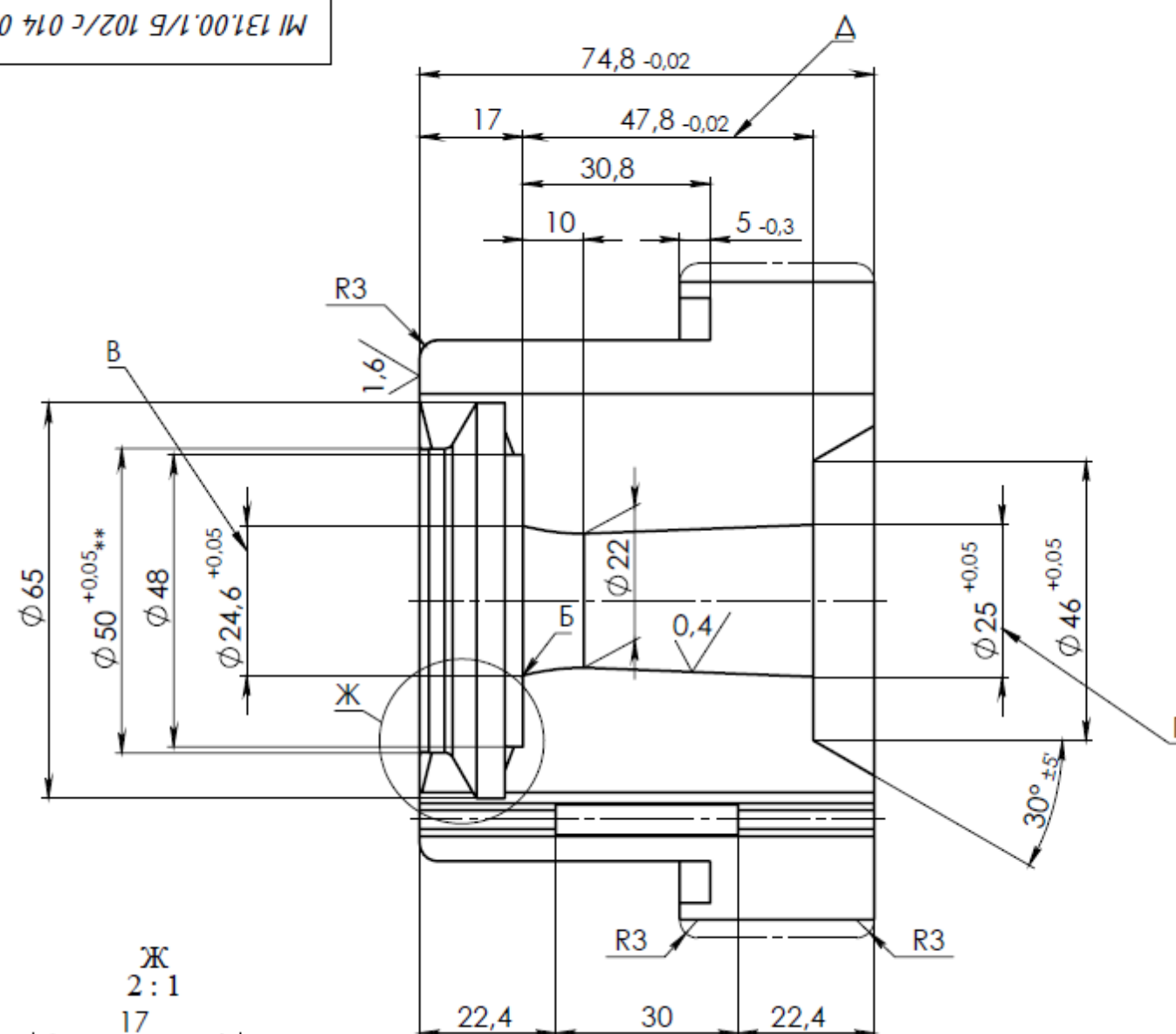


1. Позиційний допуск вісі формуючої порожнини $T 0,2$ мм; База -площина роз'єму.
2. Зазор в розйомі форми не більше $0,05$ мм.
3. Зазор в замку спарених полуформ не більше $0,1$ мм.
4. Допустиме відхилення розмірів формуючої порожнини не більше $+0,2$ мм крім розмірів Г,Д,В.
1. Гострі кромки Б зберегти наплавити металом.
2. $H14; n14; \pm \frac{IT14}{2}$.
5. **Контроль комплексним калібром.
6. Робочі кромки напівформ наплавити порошком "Колмоной".
7. *Розмір для довідок.

				MI 131.00.1/Б 102/с 014 01-КД		
Зм.Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Форма чорнова (А)		
Розроб.	Лонський		18.08.2025	1:1		
Перев.	Мельничук			Аркуш Аркушів 1		
Т.контр.				ВЧ50 ГОСТ 7293-85		
Н.контр.				Державний університет Житомирська політехніка		
Утв.				Формат А3		

MI 131.00.1/Б 102/с 014 02-КД

6,3/ (✓)



1. Позиційний допуск вісі формуючої порожнини $T 0,2$ мм; База - площина роз'єму.
2. Зазор в розйомі форми не більше $0,05$ мм.
3. Зазор в замку спарених полуформ не більше $0,1$ мм.
4. Допустиме відхилення розмірів формуючої порожнини не більше $+0,2$ мм крім розмірів Г, Д, В.
5. Гострі кромки Б зберегти наплавити металом.
6. $H14; n14; \pm \frac{IT14}{2}$.
7. **Контроль комплексним калібром.
8. Робочі кромки напівформ наплавити порошком "Колмоной".
9. *Розмір для довідок.

MI 131.00.1/Б 102/с 014 02-КД				Літ.			Маса	Масштаб
Змн. Арк.				№ докум.			1:1	
Розроб.				Лонський			18.08.2025	
Перев.				Мельничук				
Т.контр.							Аркуш	
Н.контр.							Аркушів 1	
Утв.							Державний університет	
							Житомирська політехніка	
							1/2	
							Формат А3	

Інв. № ориг. Підпис та дата Взам. інв. № Інв. № дубл. Підпис та дата

2 частина чорнової форми

Копіював

ДОДАТОК Г

MI 131.00.1/Б 102/с 014 00

1. Виливки виготовляються з чавуну ВЧ 50 ГОСТ 7293-85. Допускається заниження марки чавуну до ВЧ40.
2. Твердість виливків не повинна перевищувати 180 НВ.
3. Зміст фериту в структурі має бути щонайменше 80%.
4. Точність виливків: 11-11-0-11 ГОСТ 26645-85.
5. Довжина заготовок: L-1200 мм $\pm$ 5 мм.
6. Невказані ливарні радіуси – до 7 мм.
7. Припуск на механічну обробку не менше 3 мм за контуром перерізу закладений у розмір заготовок.
8. На поверхнях, що обробляються, допускаються ливарні дефекти глибиною до 4/5 припуску на механічну обробку.
9. На зовнішніх поверхнях виливків допускаються поздовжні виступи висотою до 2 мм у кількості 4-5 штук на бік.
10. На зовнішніх поверхнях допускаються "сліди" з задирами висотою до 2 мм, пов'язані з циклом протяжки і деталями, що не впливають на працездатність.
11. Виливки піддати 100% відпалу. Цементит у структурі не допустимий.

MI 131.00.1/Б 102/с 014 00

Змк.Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Лонський		
Перев.	Мельничук		
Т.контр.			
Нач. КБ			
Н.контр.			
Утв.			

Полусфера
120x1200

ВЧ-50
ГОСТ 7293-85

Літ.	Маса	Масштаб
		1:2
Аркуш	Аркушів 1	
Державний університет "Житомирська політехніка"		

Заготовка

Копіював

Формат А4

ДОДАТОК Д

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

	Державний університет “Житомирська політехніка”		МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 МК								
											ТЛ
	Форма чорнова							Н			

Міністерство освіти і науки України
Державний університет “Житомирська політехніка”
КОМПЛЕКТ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ
обробки деталі
“Форма чорнова”

Перевірів: Мельничук П. П.

Розробив: Лонський В. О.

ТЛ	
----	--

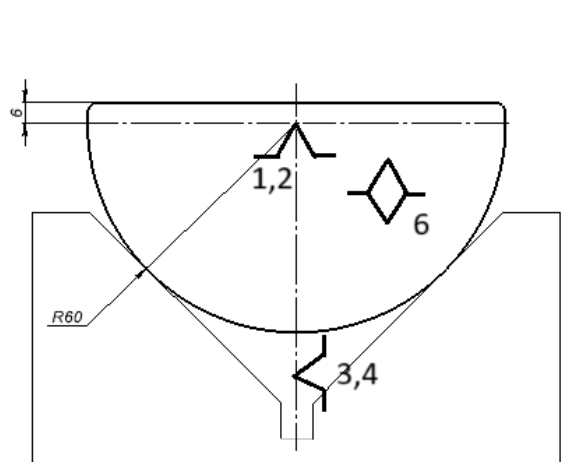
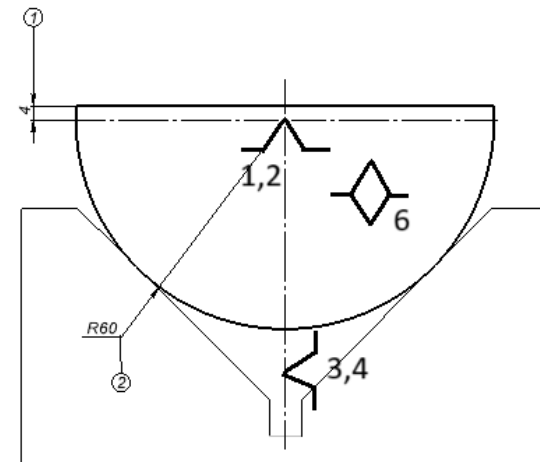
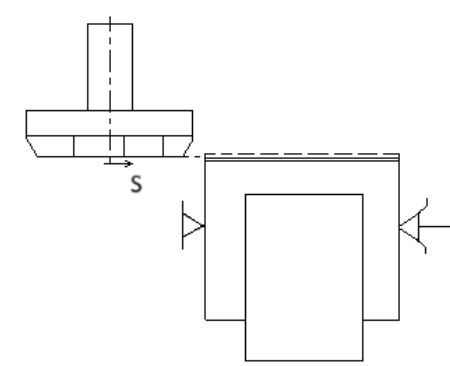
Розроб.	Лонський В. О.						Державний університет «Житомирська політехніка»	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 МК													
Перевірів	Мельничук П. П.																				
Т. контр.							Форма чорнова														
Н. контр.																					
МО1	Лиття в кокіль ГОСТ 26645-85/Чавун ВЧ50 ГОСТ 7293-85																				
	Код			ОВ	МД	ОН	Н. витр	КВМ	Код загот.		Профіль і розмір			КД	МЗ						
МО2				кг	1,57	1		0,41	Лиття в кокіль		Ø120x66x85			1	3,8						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, назва операції					Позначення документа											
Б	Код, назва обладнання								С.М.	Проф.	Р.	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.		
А 03	XX	XX	XX	005	4283 Заготівельна					ЮП XXX-XX											
04																					
А 05	XX	XX	XX	010	XXXX Розрізувальна					ЮП XXX-XX											
Б 06					Pilous ARG 330 Plus					2	XXXXX	212	1Р	1	2	1	56	0,65	15	12,69	
07																					
А 08	XX	XX	XX	015	XXXX Фрезувальна					ЮП XXX-XX											
Б 09					HAAS VF-4					2	12287	512	1Р	1	2	1	56	1	15	1,39	
10																					
А 11	XX	XX	XX	020	XXXX Фрезувальна					ЮП XXX-XX											
Б 12					HAAS VF-4					2	12287	512	1Р	1	2	1	56	1	15	1,43	
13																					
А 14	XX	XX	XX	025	XXXX Фрезувальна					ЮП XXX-XX											
Б 15					HAAS VF-4					2	12287	512	1Р	1	1	1	56	1	15	1,43	
16																					
17																					
М.К.																					

[illegible]

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

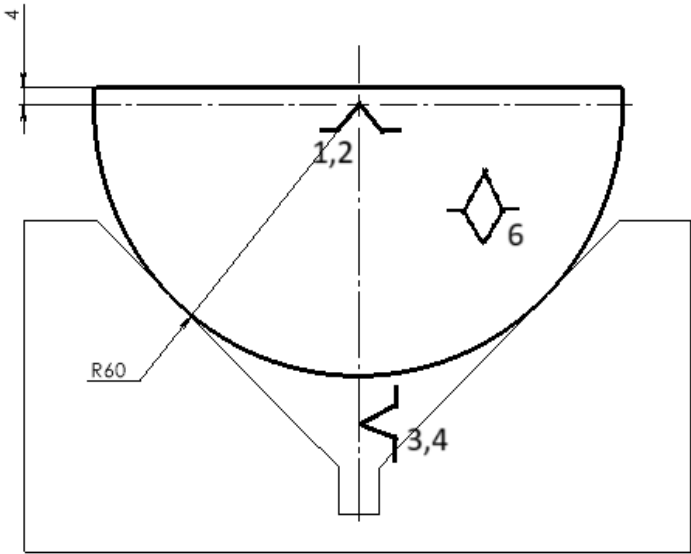
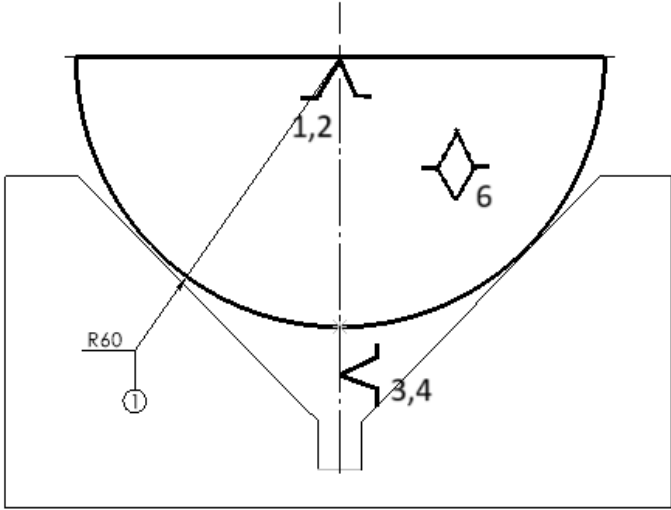
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																		Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лонський В. О.			Державний університет "Житомирська політехніка"		МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ													
Перевір.	Мельничук П. П.																		
Т. контр.				Форма чорнова															
Н. контр.																			
√ R_a 6,3 / √1    1, H14; h14; ±IT14/2. 2. * Розмір для довідок																			
К.Е.																			

. Форма 3

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																		Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лонський В. О.			Державний університет		МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ													
Перевір.	Мельничук П. П.			“Житомирська політехніка”															
Т. контр.								Форма чорнова									025		
Н. контр.																			

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\sqrt{V})}$

1, H14; h14; ±IT14/2.
 2. * Розмір для довідок

К.Е.	
------	--

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																		Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Лонський В. О.				Державний університет "Житомирська політехніка"	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ															
Перевір.	Мельничук П. П.																				
Т. контр.					Форма чорнова																030
Н. контр.																					

1, Н14; h14; ±IT14/2.
2. * Розмір для довідок

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																		Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лонський В. О.				Державний університет "Житомирська політехніка"	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ													
Перевір.	Мельничук П. П.																		
Т. контр.					Форма чорнова													045	
Н. контр.																			

$\sqrt{Ra\ 3.2\ (\sqrt{\quad})}$

Заготовка

Установ 1

Установ 2

1, H14; h14; ±IT14/2.
2. * Розмір для довідок

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																		Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Лонський В. О.				Державний університет “Житомирська політехніка”	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ															
Перевір.	Мельничук П. П.																				
Т. контр.					Форма чорнова																065
Н. контр.																					

Technical drawing of a mechanical part showing two views: a front view and a side view. The front view shows a rectangular part with a central hole of diameter 85.7 and a total width of 74.8. The side view shows a rectangular part with a total height of 112 and a total width of 74.8. The drawing includes dimension lines and labels for various features.

1, H14; h14; ±IT14/2.
2. * Розмір для довідок

К.Е.

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

[illegible]

. Форма 3

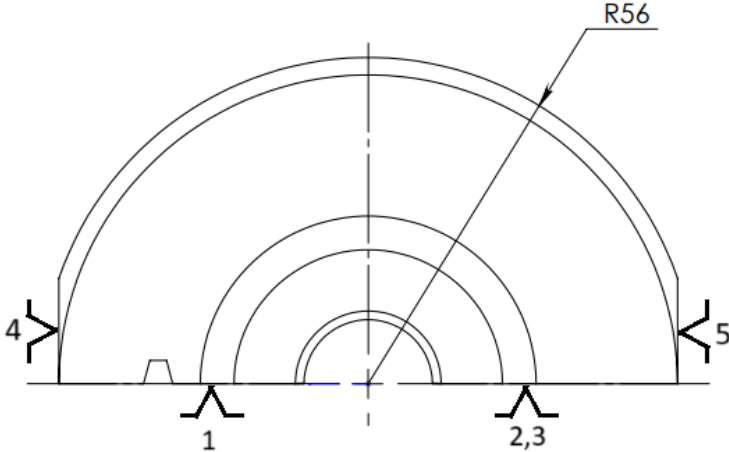
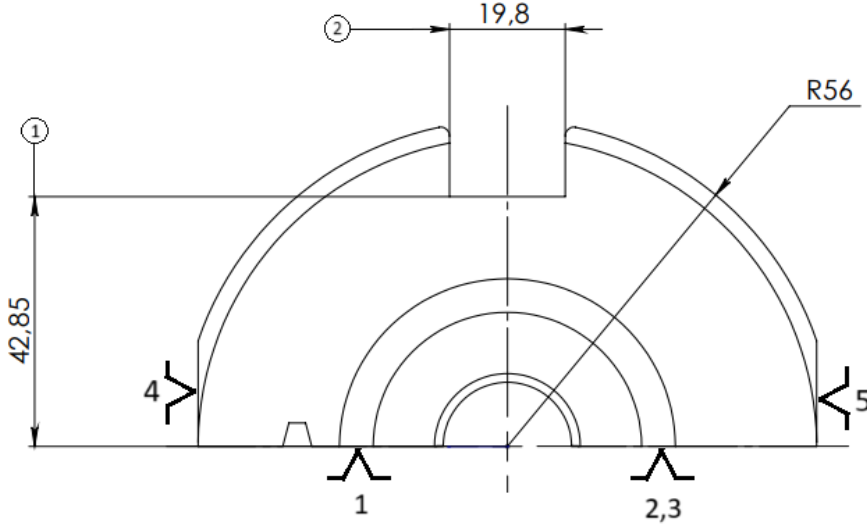
[illegible]

[illegible]

Розроб.	Лонський В. О.			Державний університет “Житомирська політехніка”	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 ОК										
Перев.	Мельничук П. П.														
Т. контр.				Форма чорнова							№ опер.				
Н. контр.											120				
Назва операції				Матеріал		Твердість		ОВ	МД	Профіль і розмір		М.З.	КОВД		
Шліфувальна з ЧПК				Чавун ВЧ50		До 180 НВ		кг	1,57	Ø120x66x85		3,8	1		
Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми		Т _о		Т _в		Т _{п.з.}	Т _{шт.}	МОР			
Jainnher JHI-150CNC				-		1,2		2,31		15	2,54	-			
Р				П	Д або В	L	t	l	S	n	V				
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь.														
Т 02	Патрон чотирьох кулачковий самоцентрувальний з гідро приводом.														
03															
О 04	2. Розточити конусну поверхню дотримуючись розмірів 2, 5, 14														
Т 05	Головка шліфувальна циліндрична Ø20x25x6 Нутромір індикаторний НІ-18-50-0,01 ГОСТ 868-82														
Р 06	1			-	37,8	0,15	1	1	400	30					
07															
О 08	3. Розточити заокруглену поверхню R40 на довжину 10 мм дотримуючись розмірів 6, 14														
Т 09	Головка шліфувальна циліндрична Ø20x25x6 Нутромір індикаторний НІ-18-50-0,01 ГОСТ 868-82														
Р 10	1			-	10	0,15	1	1	400	30					
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
О.К.															

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																	Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Лонський В. О.			Державний університет	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ															
Перевір.	Мельничук П. П.			“Житомирська політехніка”																
Т. контр.				Форма чорнова																125
Н. контр.																				

$\sqrt{Ra\ 6.3\ (\sqrt{\quad})}$

1, H14; h14; ±IT14/2.

2. * Розмір для довідок

К.Е.	
------	--

. Форма 3

[illegible]

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																		Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Лонський В. О.			Державний університет	МІ 131.00.2/Б 102/с 014 00 КЕ																
Перевір.	Мельничук П. П.			“Житомирська політехніка”																	
Т. контр.				Форма чорнова																	130
Н. контр.																					

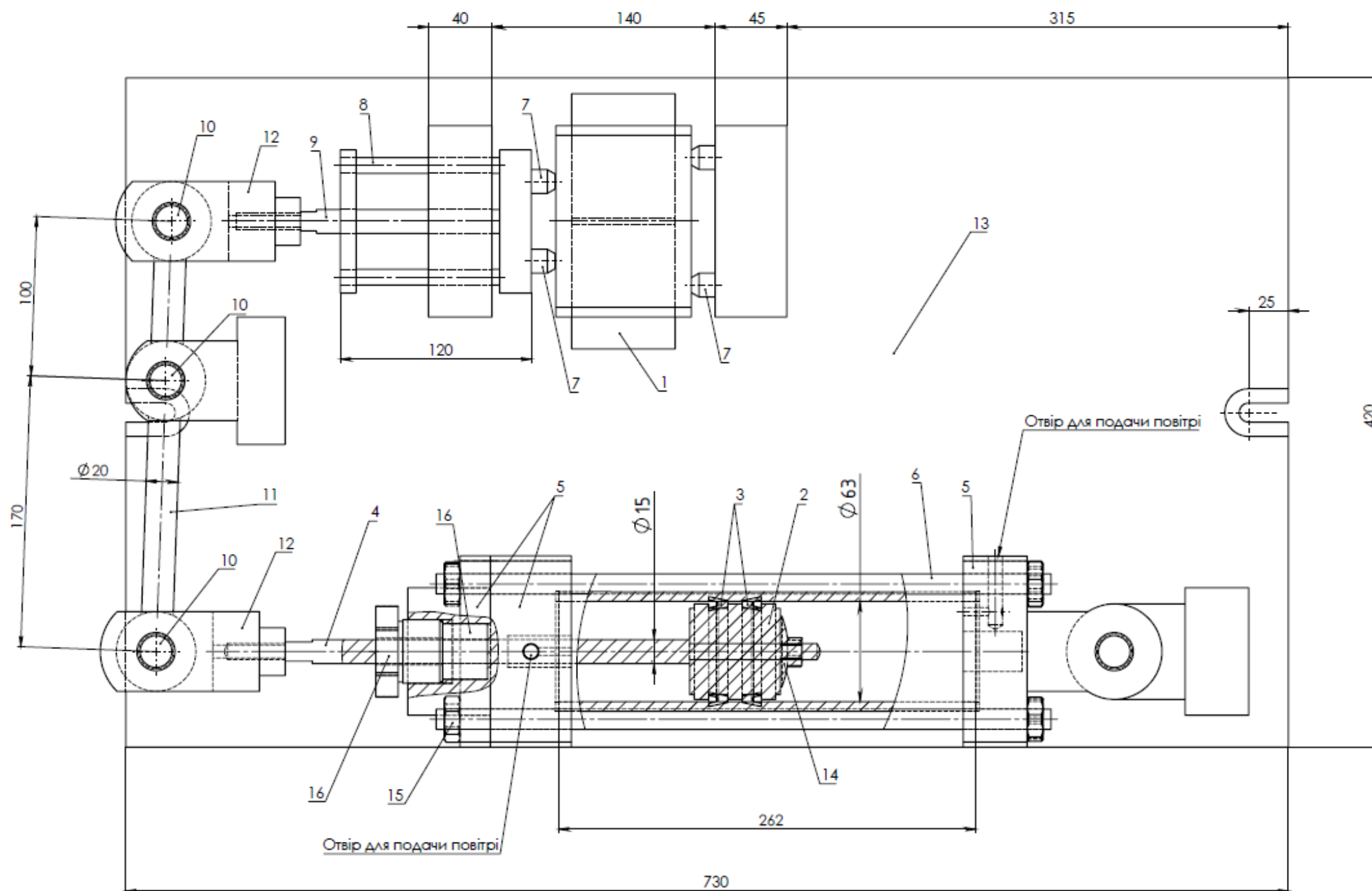
$\sqrt{Ra\ 6.3\ (\sqrt{\ })}$

1, H14; h14; ±IT14/2.

2. * Розмір для довідок

К.Е.

ДОДАТОК Е



MI 131.00.2/Б 102/с 014 00 СК				Літ.	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Спеціальний верстатний пристрій для операцій 020, 025, 030, 035, 040		
Розроб.	Лонський					
Перев.	Мельничук			Аркуш 1 Аркушів 1		
Т. контр.				ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХІЖОМІРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»		
Нач. КБ						
Н. контр.						
Утв.				Формат А2		

Інв. № ориг.	Підпис та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис та дата	Довід. №	Перв. застосує.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A2				Збірне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Призма		
		2		Робочий поршень		
		3		Манжета		
		4		Шток		
		5		Кришки циліндра		
		6		Шпилька циліндра		
		7		Опорний штир		
		8		Направляючі		
		9		<u>Направляючий шток</u>		
		10		Знімний палець		
		11		Важіль		
		12		Вилка штока		
		13		Корпус		
		14		Гайка штока M10		
		16		Напрямна гайка		
		17		Напрямна штока		
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Гайка M12 ISO 4032		
				MI 131.00.2/Б 102/с 014 00 СП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		
Розраб.	Лонський				Літ.	Арк.
Пров.	Мельничук					1
Н.контр.					Державний університет "Житомирська Політехніка"	
Утв.						
				Спеціальний верстатний пристрій для операцій 020, 025, 030, 035, 040		1

ДОДАТОК Ж

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A4				Збірне креслення	1	
				<u>Збірні одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
A4		1		Державка	1	
		2		Пластинка відрізна		
				<u>Стандартні вироби</u>		
					1	
				<u>Матеріал</u>		
		3		Припої	1	
		3		Флюс	1	

					MI 131.00.2/Б 102/с 014 00 СП			
Змн.	Лист	Недокум.	Підп.	Дата				
Розраб.	Лонський				Спеціальний різець для канавки в формі для замка	Літ.	Арк.	Аркушів
Пров.	Мельничук							1
Н.контр.						Державний університет "Житомерська Політехніка"		
Утв.								

ДОДАТОК К

Код для ЧПК верстату отриманий з програми SOLIDWORKS CAM
для операції №100

O 0001	N28 X20.393
N1 T0808	N29 G00 X15.293
N2 B0	N30 Z-25.365
N3 G00 G96 S96 M03	N31 X20.994
N4 G54 G00 Z20.354 M08	N32 G01 X22.
N5 X15.293	N33 X23.931 Z-54.2
N6 G01 X21.293 Z.354 F.221	N34 X16.
N7 X22. Z0	N35 X15.293 Z-53.846
N8 Z-4.01	N36 G00 Z.133
N9 X21.1	N37 X25.087
N10 G00 X16.	N38 G01 X25.592 Z-.299
N11 Z.5	N39 G02 X23. Z-10.4 R39.9
N12 X22.529	N40 Z-10.403 R.4
N13 G01 X23.681	N41 G01 Z-10.408
N14 Z0	N42 G02 Z-10.412 R.4
N15 X23.657 Z-.046	N43 G01 Z-10.418
N16 G02 X22. Z-4.01 R40.9	N44 G02 X23.001 Z-10.422 R.4
N17 X21. Z-10.401 R40.9	N45 G01 Z-10.428
N18 Z-10.408 R1.4	N46 G02 Z-10.43 R.4
N19 G01 Z-10.414	N47 G01 X25.999 Z-55.2
N20 G02 Z-10.429 R1.4	N48 X16.8
N21 G01 X21.001 Z-10.435	N49 X16.093 Z-54.846
N22 G02 Z-10.45 R1.4	N50 G00 X20.093
N23 G01 X21.002 Z-10.456	N51 X13.293
N24 G02 Z-10.464 R1.4	N52 Z20.
N25 G01 X22. Z-25.365	N53 X508. Z127. M09
N26 Z-54.2	N54 M30
N27 X21.293 Z-53.846	