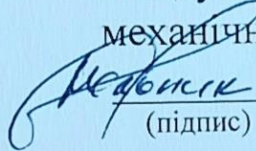


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний університет “Житомирська політехніка”
Кафедра механічної інженерії

«На правах рукопису»
УДК 621.8

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
механічної інженерії

 Мельник О.Л.
(підпис) (прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(ОПП “Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг”)
на тему: **Конструкторсько-технологічна підготовка**
виготовлення деталі «Вал підйомний»

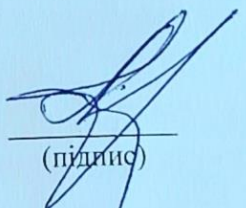
МП 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

Студент групи ПМК-27 Грева Дмитрій Володимирович
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

к.т.н., доц. Виговський Г.М.
(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

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 СТУДЕНТА

Греви Дмитрія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал підйомний»

керівник роботи: Виговський Георгій Миколайович, к.т.н., доц., професор кафедри механічної інженерії

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

затверджені наказом державного університету "Житомирська політехніка" від "4" березня 2024 року № 90К

2. Термін подання студентом роботи згідно графіка

3. Вихідні дані до виконання роботи: робоче креслення деталі "Вал підйомний"; комплект техноло-гічної документації на виготовлення деталі "Вал підйомний" в умовах базового підприємства; типові технологічні процеси. Матеріали підручників, довідників з машинобудування, наукових статей, державних, галузевих стандартів, стандартів та навчально-методичних видань державного університету "Житомирська політехніка".

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Загальнотехнічний розділ: виконати опис службового призначення та здійснити аналіз конструкції деталі; виконати аналіз технологічності конструкції деталі і базового технологічного процесу; визначити програму випуску деталей і типу виробництва; 2. Технологічний розділ: вибрати конструкцію заготовки та спосіб її виготовлення; розробити технологічний маршрут виготовлення деталі; визначити загальні та міжопераційні припуски;

розробити операції технологічного процесу; вибрати технологічне обладнання та засоби технологічного оснащення; розрахувати режими різання і норми часу. 3. Конструкторський розділ: спроектувати і виконати розрахунок спеціального верстатного пристрою; спроектувати спеціальний різальний інструмент; спроектувати спеціальний засіб технічного контролю. Зробити висновки. Виконати список використаної літератури. Зробити додатки. 4. Виконати комплект технологічної документації (ТЛ, МК, ОК, КЕ) на виготовлення деталі “Вал підйомний”.

5. Перелік креслень графічної частини роботи: 1. Креслення деталі – 1 арк. формату А3. 2. Креслення заготовки – 1 арк. формату А3. 3. Креслення спеціального пристрою для обробки пазу – 1 арк. формату А1. 4. Креслення різального інструменту – 1 арк. формату А3. 5. Креслення контрольно-вимірального інструменту – 1 арк. формату А3. 6. Карти технологічних налагоджень для механічної обробки деталі “Вал підйомний” – 5 арк. формату А1.

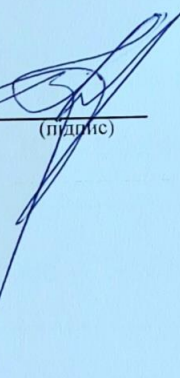
6. Дата видачі завдання: 1 березня 2024 року

Студент


(підпис)

Грева Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Виговський Г.М.
(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1	Видача завдання на виконання бакалаврської роботи	1.03.2024	
2	Виконання розділу “Загальнотехнічний розділ”	02.03 – 19.03.24	
3	Виконання розділу “Технологічний розділ”	20.03 – 18.04.24	
4	Виконання розділу “Конструкторський розділ”	19.04 – 07.05.24	
5	Кінцеве оформлення змісту і висновків пояснювальної записки та графічної частини бакалаврської роботи (креслення деталі і заготовки, креслення карт технологічних налагоджень, креслення спеціальних засобів технологічного оснащення, креслення різального інструменту, креслення контрольно-вимірювального інструменту)	08.05 – 30.05.24	
6	Оформлення комплекту технологічної документації (ТЛ, МК, ОК, КЕ)	31.05 – 04.06.24	
7	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	05.06 – 10.06.24	
8	Передзахист бакалаврської роботи	11.06.24	
9	Подання бакалаврської роботи на кафедру	15.06.2024	
10	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	Згідно графіка	

Студент

(підпис)

Грева Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Виговський Г.М.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
				Документація									
A4			MI 131.00.1/Б 90/с 033 00-ПЗ	Пояснювальна записка									
				Конструкторська документація									
A3		1	MI 131.00.1/Б 90/с 033 01-КД	Вал підйомний									
A3		2	MI 131.00.1/Б 90/с 033 02-КЗ	Вал підйомний (штамповка)									
A1		3	MI 131.00.1/Б 90/с 033 03-СК	Пристрій для фрезерування									
A3		4	MI 131.00.1/Б 90/с 033 04-РІ	Фреза шпоночна Ø8									
A3		5	MI 131.00.1/Б 90/с 033 05-СК	Калібр-скоба Ø30h9									
				Технологічна документація									
A4		6	MI 131.00.1/Б 90/с 033 06-МТ	Комплект технологічної документації									
A2		7	MI 131.00.1/Б 90/с 033 07-КН	Розрахунково-технологічна карта на 005 операцію									
A1		8	MI 131.00.1/Б 90/с 033 08-КН	Розрахунково-технологічна карта на 010 операцію									
A2		9	MI 131.00.1/Б 90/с 033 09-КН	Розрахунково-технологічна карта на 020 операцію									
A2		10	MI 131.00.1/Б 90/с 033 10-КН	Розрахунково-технологічна карта на 055 операцію									
MI 131.00.1/Б 90/с 033 00-BP Відомість бакалаврської роботи													
Изм./Лист		№ док-м.		Подп.		Дата		Лит.		Лист		Листов	
Разраб.		Грева Д.В.						н				1	
Пров.		Виготовський Г.М.						Державний університет "Житомирська політехніка"					
Н.контр.								ПМК-27					
Утв.								Формат A4					

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної бакалаврської роботи
студента факультету комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки і робототехніки
за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»
групи ПМК-27

Греви Дмитрія Володимирівича

на тему:

**Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Вал підйомний»**

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена в обсязі 89 сторінок формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 21 рисунок, 17 таблиць, 14 технологічних карт, 3 аркушів специфікацій та 4,5 аркушів креслень формату А1 графічної частини.

В бакалаврській роботі проведено аналіз службового призначення та технічних умов на виготовлення деталі, конструкція деталі “Вал підйомний” відпрацьована на технологічність, обґрунтовано форму та спосіб виготовлення заготовки.

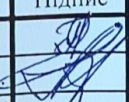
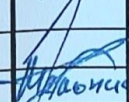
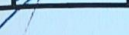
Розроблено робочий маршрутно-операційний технологічний процес виготовлення деталі, вибрано технологічне обладнання та засоби технологічного оснащення. Розраховані загальні та міжопераційні припуски на обробку деталі, режими різання та технічні норми часу. Розроблено та оформлено комплект технологічної документації.

Розроблено та розраховано конструкцію спеціального верстатного пристрою для фрезерування пазу, виконано статичне лінійне дослідження методом скінченних елементів для перевірки на статичну міцність конструкції пристрою та силу затиску деталі у програмному продукті SolidWorks Simulation, також спроектовано та розраховано спеціальний різальний та контрольно-вимірювальний інструменти.

Проведено аналіз виконаних розробок та зроблені висновки щодо підвищення ефективності виготовлення деталі.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1. Загальнотехнічний розділ.....	11
1.1. Призначення та аналіз конструкції деталі.....	11
1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
1.3. Аналіз існуючих варіантів технологічних процесів.....	22
1.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва.....	24
2. Технологічний розділ.....	26
2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення.....	26
2.2. Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі.....	27
2.3. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.....	36
2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу.....	37
2.5. Вибір технологічного обладнання.....	41
2.6. Вибір засобів технологічного оснащення.....	44
2.7. Розрахунок режимів різання.....	50
2.8. Технічне нормування операцій технологічного процесу.....	60
3. Конструкторський розділ.....	63
3.1. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою.....	63
3.2. Проектування спеціального різального інструмента.....	79
3.3. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю.....	81
Висновки.....	84
Список використаної літератури.....	86
Додатки.....	88

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ		
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Грева Д.В.			Вал підйомний Пояснювальна записка		
Перевір.		Виговський Г.М.					
Реценз.							
Н.контр.							
Затверд.		Мельник О.Л.					
					Літ.	Арк.	Акрюшів
						8	88
					Державний університет “Житомирська політехніка”, ПМК-27		

Вступ

Машинобудування є одним з ключових секторів промисловості, що впливає на розвиток економіки та технологічний прогрес країни. Дана галузь знаходить застосування у всіх сферах діяльності людини, від виробництва побутових приладів до складних систем для аерокосмічної галузі. Сучасні виклики, що стоять перед машинобудуванням вимагають постійного підвищення якості продукції, ефективності виробничих процесів і зниження витрат, що робить цю галузь надзвичайно динамічною та інноваційною.

Інновації в машинобудуванні стимулюють розвиток нових технологій, зокрема CAD, CAM та CAE систем, що полегшують проектування, моделювання, розрахунок та управління виробничими процесами. Впровадження комп'ютерних технологій дозволяє створювати складні вироби з вищою точністю та зменшенням виробничого циклу. Разом з тим, ці нововведення вимагають високого рівня технічної підготовки фахівців, здатних ефективно використовувати новітні технології в практичних умовах.

Сучасні виробничі підприємства потребують висококваліфікованих інженерів, які здатні швидко адаптуватися до змін ринку, впроваджувати нові продукти та технології, а також оптимізувати виробничі процеси для забезпечення високої продуктивності та мінімізації витрат на виготовлення. Інтенсифікація виробництва та технічне переозброєння вимагають від інженерів постійного самовдосконалення та оновлення знань. Вони повинні бути готові до роботи з високопродуктивними верстатами з числовим програмним керуванням (ЧПК), які змінюють підходи до технологічного підготовки виробництва та вимагають нових знань для ефективного управління виробничими процесами.

У світі, де технологічні інновації відбуваються з неймовірною швидкістю, прикладна механіка стоїть на передовій цього руху. Інженери-механіки використовують принципи механіки для створення нових матеріалів, продуктів та систем, які можуть витримувати екстремальні умови, від високих температур

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до інтенсивних навантажень. Вони також працюють над розробкою та вдосконаленням енергоефективних та екологічно чистих технологій, що є важливим для забезпечення сталого розвитку країни та суспільства. Таким чином, спеціальність “Прикладна механіка” є не тільки основою для розвитку сучасного машинобудування, але й відкриває шлях до майбутнього, де інженери будуть продовжувати впроваджувати революційні зміни в усі сфери нашого життя. Розвиток машинобудування на сучасному етапі вимагає наукового підходу до вирішення питань, що пов’язані з розробкою нових та удосконаленням діючих технологічних процесів виготовлення деталей машин та складання виробів. Для даних умов важливе значення має рівень технологічної підготовки бакалаврів за спеціальністю “Прикладна механіка” [1].

Враховуючи ці виклики, метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є не лише набуття теоретичних знань, але й розвиток практичних навичок, які дозволять майбутньому спеціалісту ефективно працювати в сучасній інженерній сфері на виробництві, навчитися використовувати сучасні технологічні інструменти для розробки, аналізу та оптимізації механічних систем, а також здобувати навички самостійної роботи та неперервного самовдосконалення, що є ключовими для успішної кар’єри в галузі прикладної механіки, а також вирішувати складні технологічні завдання, розробляти новітні технологічні процеси металорізальної обробки та вносити свій вклад у розвиток галузі машинобудування.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Призначення та аналіз конструкції деталі

1.1.1. Призначення деталі

Дана деталь „вал підйомний” (2080867.00401) (рис. 1) є тілом обертання, має відносно просту конфігурацію, середню міцність та жорсткість. Деталь „вал підйомний” (2080867.00401) входить до складальної одиниці „привід підйому” (2080867.00400) вузла „блок регенерації” (2080867.00000) виробу – фільтр-пресу камерного ФКМ 500 (2013611.00000) (рис. 2).

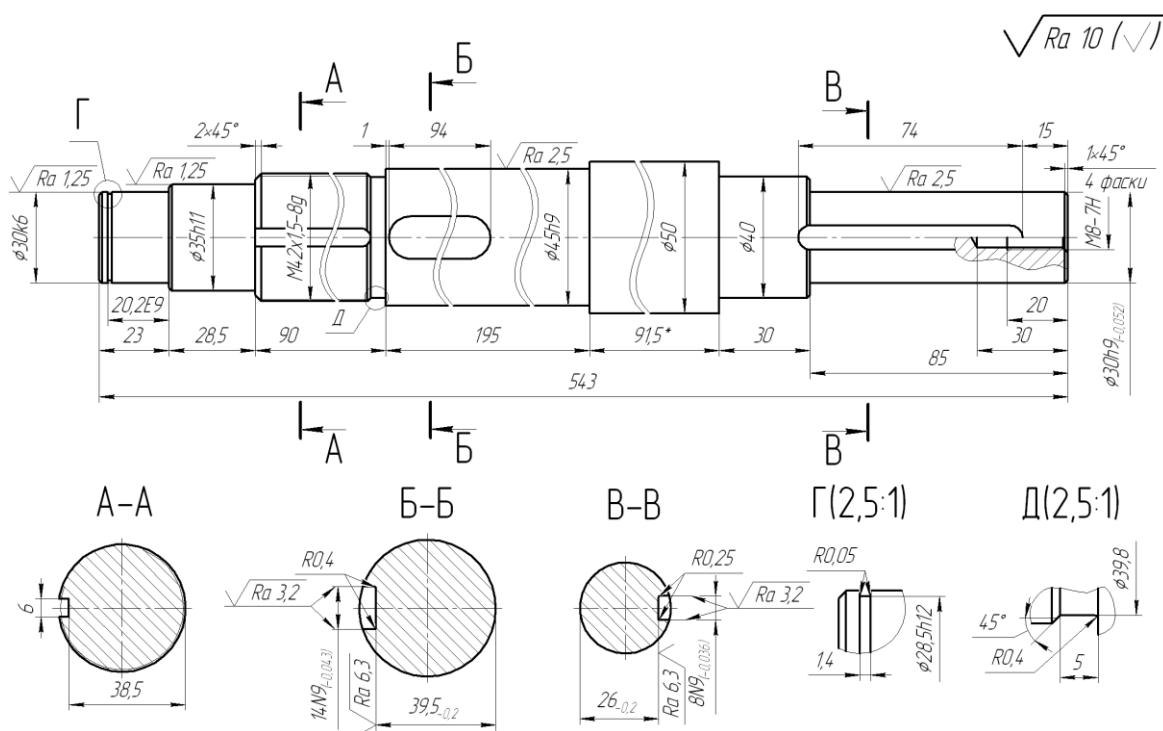


Рис. 1. Ескіз деталі „вал підйомний” (2080867.00401)

Фільтр-прес камерний ФКМ 500 призначений для фільтрування різноманітних суспензій (поділу суспензій на рідку і тверду фази) та може застосовуватися в різноманітних галузях промисловості. Фільтр-преси камерні (ФКМ) використовуються для фільтрування суспензій, що утворюють осад з великим гідравлічним опором, фільтрувальні плити для даного типу фільтр-пресів виготовляються з поліпропілену. Фільтр-преси камерні (ФКМ) працюють в автоматичному (по заданій програмі) та напівавтоматичному (за допомогою кнопок керування) режимах. Система керування фільтр-пресу камерного

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

Арк.

10

(ФКМ) забезпечує керування системою електромеханічного затиску та механізму переміщення плит. Фільтр-преси камерні (ФКМ) успішно застосовуються в хімічній, нафто-хімічній, гірничорудній, металургійній, вугільній, керамічній, харчовій та інших галузях промисловості.

Блок регенерації (2080867.00400)

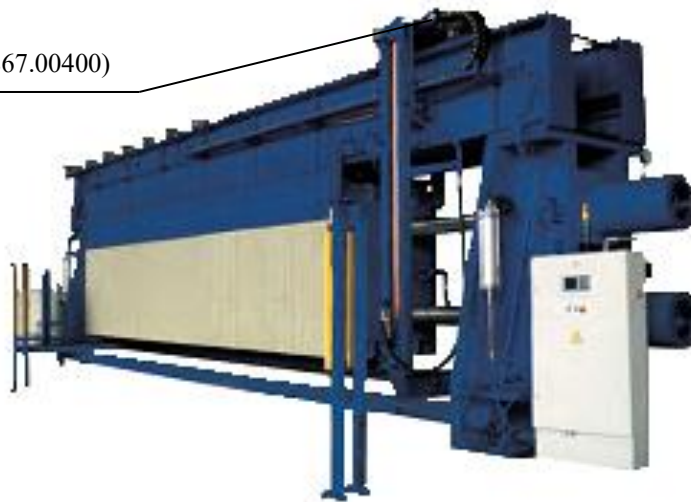


Рис. 2. Фільтр-прес камерний ФКМ 500 (2013611.00000)

Основні особливості та переваги фільтр-пресів камерних (ФКМ):

- 1) оптимальна швидкість фільтрування;
- 2) розвинута фільтрувальна поверхня;
- 3) ідеальна дренажна поверхня фільтр-пресу;
- 4) протиточне промивання осаду у фільтр-пресі;
- 5) висока економічність роботи фільтр-пресу;
- 6) підтримування незабрудненої атмосфери в цеху;
- 7) мінімальні витрати часу на допоміжні операції;
- 8) широка галузь застосування;
- 9) простота та швидкість обслуговування.

Вузол „блок регенерації” (2080867.00000) призначений для відновлення фільтруючої здатності серветок. Регенерація здійснюється чистою технічною водою під високим тиском (100 кгс/см^2) внутрішніх сторін двох розташованих плит. На верхній рамі блоку регенерації розміщено два черв'ячні мотор-редуктори: один для горизонтального переміщення блоку вздовж фільтр-преса, другий – для вертикального переміщення власне вузла регенерації.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Службове призначення деталі „вал підйомний” (2080867.00401) в складальній одиниці – передача обертаючого моменту від “мотор-редуктора МЧ2-40/80М-160” на “барабан” (2080867.00600) “приводу підйому” (2080867.00400) (рис. 3) через “корпус муфти” (2080867.00403) ”муфти запобіжної”, яка встановлюється на даний вал.

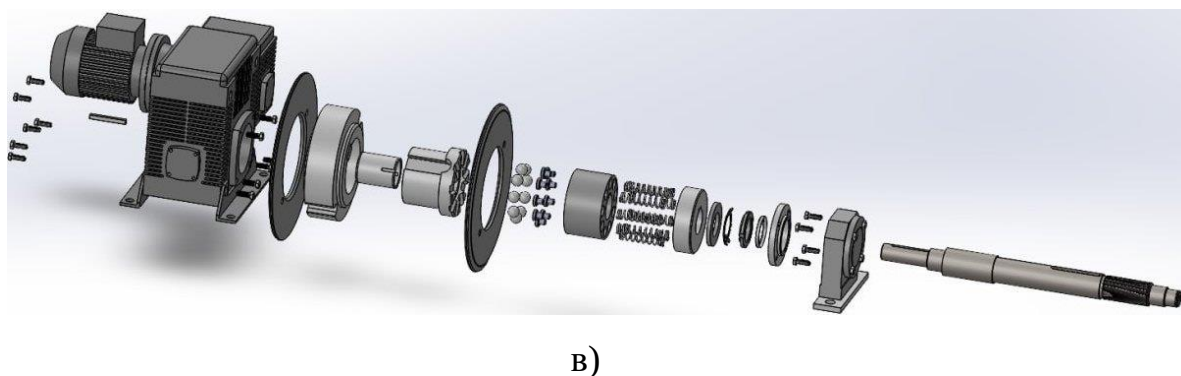
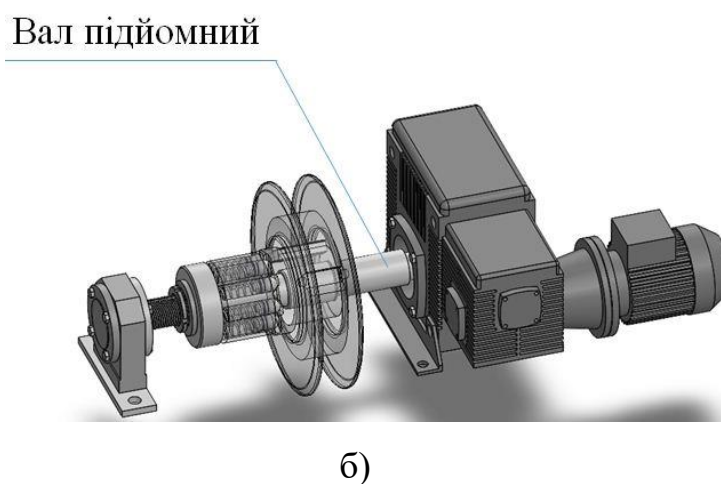
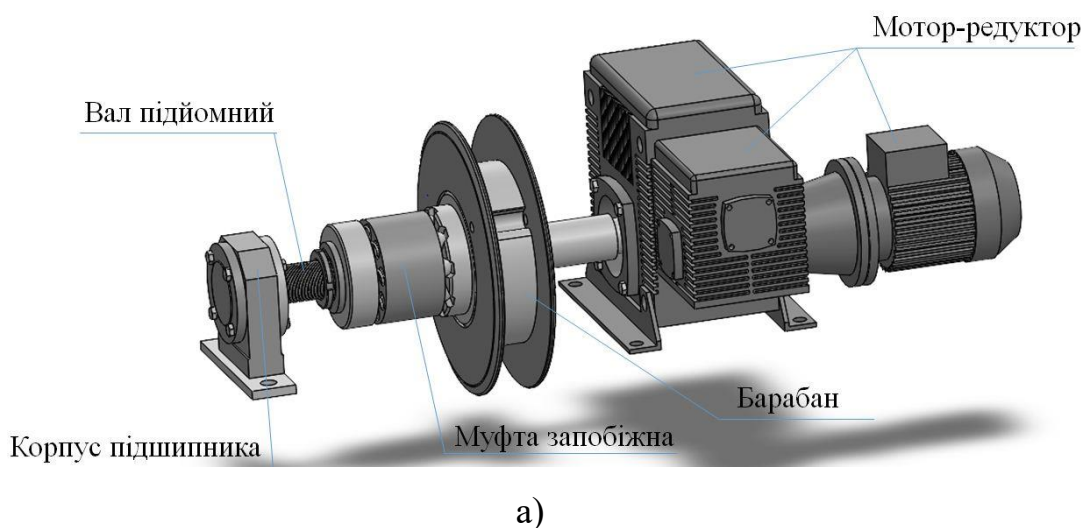


Рис. 3. 3D-модель “приводу підйому” (2080867.00400) (а – загальний вигляд, б – загальний вигляд (напівпрозора); в – загальний вигляд (рознесеними складовими частинами))

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.1.2. Аналіз конструкції деталі

Дана деталь „вал підйомний” (2080867.00401) (рис. 4) є тілом обертання, має відносно просту конфігурацію, середню міцність та жорсткість.



Массовые характеристики: Вал Підйомний
Конфигурация: По умолчанию
Система координат: -- по умолчанию --

Плотность = 0.01 граммов на кубический миллиметр

Масса = 5765.17 граммов

Объем = 734417.16 кубические миллиметры

Площадь поверхности = 83430.43 квадратных миллиметры

Центр тяжести: (миллиметры)

X = 269.98
Y = 0.25
Z = 0.00

Основные оси инерции и основные моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
центр тяжести

Ix = (1.00, 0.00, 0.00) Px = 1375550.99
Iy = (0.00, 0.00, -1.00) Py = 108989669.27
Iz = (0.00, 1.00, 0.00) Pz = 109016102.34

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)

Определяются в центре тяжести и выравниваются относительно системы координат вывода. (Использование тензорной записи.)

Lxx = 1375596.86 Lxy = -70266.76 Lxz = -130.16
Lyx = -70266.76 Lyy = 109016056.47 Lyz = 1.16
Lzx = -130.16 Lzy = 1.16 Lzz = 108989669.27

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)

Вычисляется с помощью системы координат вывода. (Использование тензорной записи.)

Ixx = 1375962.10 Ixy = 321508.95 Ixz = 64.98
Iyx = 321508.95 Iyy = 529248889.03 Iyz = 1.34
Izx = 64.98 Izy = 1.34 Izz = 529222867.08

Рис. 4. 3D-модель деталі „вал підйомний” (2080867.00401)

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Форму деталі складають зовнішні циліндричні поверхні (з двохсторонніми уступами), розміри яких зменшуються до кінців деталі – $\varnothing 30k6$ мм і $l=23$ мм; $\varnothing 35h11$ мм і $l=28,5$ мм; $\varnothing 45h9$ мм і $l=195$ мм; $\varnothing 50h14$ мм і $l=91,5$ мм; $\varnothing 40h14$ мм і $l=30$ мм; $\varnothing 30h9$ мм і $l=85$ мм і зовнішня різьбова поверхня $M42\times 1,5-8g$ і $l=85=(90-5)$ мм. Також до конструкції деталі входять торцеві (плоскі) поверхні – $\varnothing 30k6/A4$ (техн.); $\varnothing 35/\varnothing 30k6$; $M42\times 1,5-8g/\varnothing 35$; $\varnothing 45h9/M42\times 1,5-8g$; $\varnothing 50/\varnothing 45h9$; $\varnothing 50/\varnothing 40$; $\varnothing 40/\varnothing 30h9$; $\varnothing 30h9/M8-7H$; шпоночний паз $b=14N9$ мм і $l=94$ мм на поверхні $\varnothing 45h9$ мм; шпоночний паз $b=8N9$ мм і $l=74$ мм на поверхні $\varnothing 30h9$ мм; паз $b=6N14$ мм і $l=85$ мм на різьбовій поверхні $M42\times 1,5-8g$; 1 центровий отвір А4 (техн.) ГОСТ 14034–74 на лівому торці; 1 різьбовий ”глухий” отвір М8-7Н по центру правого торця; зовнішня канавка $b=1,4N14$ мм і $\varnothing 28,5h12$ мм на поверхні $\varnothing 30k6$ мм, призначена для встановлення стопорного кільця; зовнішня канавка $b=5$ мм і $\varnothing 39,8h14$ мм на різьбовій поверхні $M42\times 1,5-8g$; призначена для виходу різьбового різця при обробці; 1 фаска $2\times 45^\circ$; 4 фаски $1\times 45^\circ$; 1 фаска $1,6\times 45^\circ$ в отв. М8-7Н.

Поверхні $\varnothing 30h9$ мм і $\varnothing 40h14$ мм слугують для встановлення та базування в “мотор-редукторі МЧ2-40/80М-160”. Поверхня $\varnothing 30k6$ мм призначена для встановлення радіального шарикопідшипника №306. Поверхня $\varnothing 35h11$ мм використовується для встановлення ”манжети” та ”кришки”, які запобігають попаданню металевого пилу в з’єднання “вал підйомний – підшипник”. Поверхня $\varnothing 45h9$ мм застосовується для встановлення ”муфти запобіжної”, за допомогою якої відбувається передача обертаючого моменту від “мотор-редуктора МЧ2-40/80М-160”. Зовнішня різьбова поверхня $M42\times 1,5-8g$ та паз $b=6N14$ мм призначені для встановлення і закріплення “гайки круглої шліцьової $M42\times 1,5$ ” та “шайби стопорної багатолапчатої”, що запобігає віссевому зміщенню при обертанні ”муфти запобіжної”. Різьбовий ”глухий” отвір М8-7Н по центру правого торця призначено для закріплення “шайби торцевої” в мотор-редукторі, що запобігає віссевому зміщенню валу при обертанні, за допомогою гвинта М8-8g. Два шпоночних пази $b=14N9$ мм та $b=8N9$ мм призначені для

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

встановлення шпонок, які використовуються для передачі обертаючого моменту, відповідно від “мотор-редуктора МЧ2-40/80М-160“ на „вал підйомний” та від „вала підйомного” на ”муфту запобіжну”. Зовнішня канавка $b=1,4H14\text{мм}$ на поверхні $\varnothing 30k6\text{мм}$, призначена для встановлення “кільця стопорного”, яке фіксує та запобігає вісєвому зміщенню радіального шарико-підшипника.

Матеріал деталі: сталь 20 ДСТУ 7809:2015.

1.1.3. Характеристика, хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Для виготовлення деталі ”вал підйомний” використовується сталь марки 20 ДСТУ 7809:2015. Сталь 20 – це конструкційна вуглецева якісна сталь, що застосовується (після нормалізації чи без термообробки) для виготовлення крюків кранів, муфт, вкладишів підшипників, валів, вісей та інших деталей, які працюють при температурі від -40°C до 450°C під тиском, а після ХТО (хіміко-термічної обробки) для виготовлення шестерен, черв'яків і інших деталей, до яких пред'являються вимоги підвищеної поверхневої твердості при невисокій міцності серцевини деталі [2].

Хімічний склад сталі 20 ДСТУ 7809:2015 приведено в таблиці 1

Таблиця 1

Марка сталі	Зміст елементів, %								
	Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Хром (Cr)	Мідь (Cu)	Сірка (S)	Фосфор (P)	Нікель (Ni)	Миш'як (As)
	не більш, як								
Сталь 20	0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	0,25	0,25	0,04	0,035	0,25	0,08

Інший елемент, який не представлено в таблиці 1 – залізо (Fe) $\approx 97,8\%$

Механічні властивості сталі 20 ДСТУ 7809:2015 приведено в таблиці 2

Таблиця 2

Марка сталі	Межа міцності при розтягуванні σ_B , МПа	Межа текучості умовна $\sigma_{0,2}$, МПа	Відносне подовження δ_5 , %	Відносне звуження ψ , %	Твердість по Бринелю, НВ
	не менш, як				
Сталь 20	410	210	25	55	123 – 167

Термообробка: 1) нормалізація;

2) загартування та відпуск;

3) ХТО (цементация, загартування, відпуск).

1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз виконуємо за якісними, кількісними показниками, аналізом технічних вимог.

1.2.1. Аналіз конструкції деталі на технологічність за якісними показниками

Деталь виготовлена із сталі 20, яка добре оброблюється різанням на металорізальних верстатах.

Нетехнологічними є зовнішня канавка $b=1,4H14\text{мм}$ і $\varnothing 28,5h12\text{мм}$ на поверхні $\varnothing 30k6\text{мм}$ та зовнішня канавка $b=5\text{мм}$ і $\varnothing 39,8h14\text{мм}$ на різьбовій поверхні $M42\times 1,5-8g$ для обробки і виміру яких потрібен оригінальний ріжучий і вимірювальний інструмент, понижує технологічність наявність “глухого” різьбового отвору $M8-7H$ по центру правого торця.

Деталь „вал підйомний” за якісними показниками є технологічною.

1.2.2. Аналіз конструкції деталі на технологічність за кількісними показниками

Технологічність аналізуємо за наступним:

- за коефіцієнтом точності;
- за коефіцієнтом шорсткості;
- за коефіцієнтом жорсткості.

Дані аналізу приведено в таблиці 3

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3

Найменування конструктивного елемента деталі (КЕД)	Показники кількісного виду оцінки технологічності конструкції деталі								
	По точним вимогам, які ставляться до конструкції деталі					По параметру шорсткості поверхні деталі			
	КЕД, що виконані по квалітету точності					КЕД, які мають параметри шорсткості по Ra			
	6	9	11	12	14	1,25	2,5	3,2	6,3
Зовнішні циліндричні поверхні	1	2	1		2	2	2		2
Внутрішні циліндричні поверхні					1				1
Плоскі (торцеві) поверхні					8		1		7
Пази		2			4			2	4
Різьбові поверхні					1				1
Різьбові отвори					1				1
Канавки		1		1	3				5
Фаски					8				8

Коефіцієнт точності:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{сеп}} > 0,8 \quad (1)$$

$$A_{сеп} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i} \quad (2)$$

$$A_{сеп} = \frac{6 \cdot 1 + 9 \cdot 5 + 11 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 28}{36} = 12,9$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{12,9} = 0,92$$

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{сеп}} < 0,32 \quad (3)$$

$$B_{сеп} = \frac{(0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14})}{\sum_{i=1}^{14} n_i}, \quad (4)$$

$$B_{сеп} = \frac{1,25 \cdot 2 + 2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 30}{36} = 5,6 \text{ мкм.}$$

$$K_{ш} = \frac{1}{5,6} = 0,18$$

Коефіцієнт жорсткості:

$$K_{ж} = \frac{L}{d} < 12, \quad (5)$$

$$K_{ж} = \frac{543}{50} = 10,9$$

Згідно кількісними показниками деталь є технологічною.

1.2.3. Аналіз технічних вимог до деталі

Технічні вимоги вказані в таблиці 4

Таблиця 4

№ п/п	Зміст технічних вимог	Якими методами і засобами можна виконати ці вимоги	Методи контролю цих вимог
1	2	3	4
1	Твердість HB 123 – 167	Нормалізація (загартування + відпуск)	Прилад Бринеля

Проаналізувавши креслення деталі робимо висновок, що особливих технічних вимог до деталі не пред'являється, окрім необхідної точності і шорсткості оброблених поверхонь, а саме торця Ø35/Ø30k6, поверхонь Ø30k6мм, Ø35h11мм, Ø45h9мм, Ø30h9мм, пазів b=14N9мм та b=8N9мм.

1.3. Аналіз існуючих варіантів технологічних процесів

Технологічний (базовий) процес представимо в таблиці 5

Таблиця 5

Номер операції	Найменування операції	Обладнання та технологічне оснащення	Розряд робітника
1	2	3	4
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-73М; пристрій призматичний при верстаті	4
010, 015	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20; патрон 3-х кулачковий самоцентрувальний; центра	5
020	Розміточна	Розміточна плита	5
025, 030, 035	Шпоночно-фрезерувальна	Шпоночно-фрезерувальний верстат моделі 692Р, призми, прихвати гвинтові, упори	4
040, 045, 050, 055, 060, 065	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат моделі 3Б161; центра, хомутик поводковий	5
070	Розміточна	Розміточна плита	5
075	Вертикально-свердлувальна	Вертикально-свердлувальний верстат моделі 2Н135, пристрій УСП	4

1.4. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва

Тип виробництва знаходимо, виходячи з річної програми випуску деталі „вал підйомний”: $N = 1000$ штук та її маси $m = 5,8$ кг.

Технологічна партія:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (6)$$

де $N = 1000$ шт.; $t = 9$ днів; $\Phi = 249$ днів.

$$n = \frac{1000 \cdot 9}{249} = 36,1 \text{ шт.}$$

Тоді $n = 40$ штук.

Величина запускаємих партій (за рік):

$$K = \frac{N}{n}, \quad (7)$$

$$K = \frac{1000}{40} = 25 \text{ партій}$$

Отже $K = 25$ партій

Об'єм передаточної партії:

$$p = \frac{n}{4 \dots 5}, \quad (8)$$

$$p = \frac{40}{5} = 8 \text{ шт.}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

Порівняємо наступні варіанти виготовлення заготовок:

- 1) з прокату;
- 2) штамповкою на КГШП

2.2. Визначення загальних та міжопераційних припусків на обробку деталі

2.2.1. Визначення загальних припусків на обробку деталі

2.2.1.1. Вибір загальних припусків та розмірів заготовки, отриманої з прокату

Вибір виконуємо за ГОСТ 2590-71 [5].

2.1.2.1.1. Діаметр заготовки: $d_{\text{пр}} = 54^{+0,4}_{-1,0}\text{мм}$ ([5])

2.1.2.1.2. Довжина заготовки:

$$L_{\text{пр}} = l + B + 2a, \quad (9)$$

де $l=543\text{мм}$; $B=2,5\text{мм}$; $2a = 7\text{мм}$ (стор.185, табл.3.65, [6])

$$L_{\text{пр}} = 543 + 2,5 + 7 = 552,5\text{мм}$$

Отже: $d_{\text{пр}} = 54^{+0,4}_{-1,0}\text{мм}$; $L_{\text{пр}} = 552,5 \pm 1,8\text{мм}$.

2.2.1.2. Вибір загальних припусків та розмірів заготовки, отриманої методом гарячої об'ємної штамповки на КГШП

Вибір виконуємо за ГОСТ 7505-89 [7].

2.1.2.2.1. Клас точності – Т3 (стор. 28, табл. 19, [7]).

2.1.2.2.2. Матеріал – сталь 20 ДСТУ 7809:2015.

2.1.2.2.3. Розрахункову масу:

$$M_p = G \times K_p, \quad (10)$$

де $G = 5,8\text{кг}$; $K_p = 1,45$ (стор. 31, табл.20, [7])

$$M_p = 5,8 \cdot 1,45 = 8,41\text{кг}$$

2.1.2.2.4. Група сталі – М1 (стор. 8, табл. 1, [7])

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2.2.5. Ступінь складності

2.1.2.2.5.1. Розміри фігури:

$$D_{\phi} = D \times K, \quad (11)$$

$$L_{\phi} = L \times K, \quad (12)$$

де $D = 50\text{мм}$, $L = 543\text{мм}$; $K = 1,05$ (стор. 30, [7])

$$D_{\phi} = 50 \cdot 1,05 = 52,5\text{мм}$$

$$L_{\phi} = 543 \cdot 1,05 = 570,2\text{мм}$$

2.1.2.2.5.2. Маса фігури:

$$M_{\phi} = V_{\phi} \times \rho, \quad (13)$$

де $\rho = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$

$$V_{\phi} = \frac{\pi * D_{\phi}^2}{4} * L_{\phi}, \quad (14)$$

$$M_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 52,5^2}{4} \cdot 570,2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,69 \text{ кг}$$

2.1.2.2.5.3. Відношення мас штамповки до фігури:

$$K = \frac{M_p}{M_{\phi}}, \quad (15)$$

$$K = \frac{8,41}{9,69} = 0,87$$

Ступінь складності – С1 (стор. 30, [7]).

2.1.2.2.6. Конфігурація– плоска (П) (стор.8, табл.1, [7]).

2.1.2.2.7. Індекс – 10 (стор.10, табл.2, [7]).

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6

Номиналь- ний розмір деталі	Шорсткість поверхні деталі Ra, мкм	Вихідний індекс	Припуск на розмір, мм	Додатковий припуск, мм	Розрахункові розміри заgotівки, мм	Прийняті розміри заgotівки з допусками, мм
1	2	3	4	5	6	7
Діаметральні розміри						
Ø30k6	1,25	10	2×1,5	2×0,3	Ø33,6	Ø33,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Ø35h11	1,25		2×1,5	2×0,3	Ø38,6	Ø38,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Ø45h9	2,5		2×1,5	2×0,3	Ø48,6	Ø48,5 ^{+1,1} _{-0,5}
Ø50h14	6,3		2×1,5	2×0,3	Ø53,6	Ø53,5 ^{+1,1} _{-0,5}
Ø40h14	6,3		2×1,4	2×0,3	Ø43,4	Ø43,5 ^{+1,1} _{-0,5}
Ø30h9	2,5		2×1,4	2×0,3	Ø33,4	Ø33,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Лінійні розміри						
543h14	6,3; 6,3	10	2,0+2,0	0,3+0,3	547,6	547,5 ^{+1,8} _{-1,0}
23 IT14/2	6,3; 2,5		2,0-1,4	0,3-0,3	23,6	23,5 ^{+0,9} _{-0,5}
28,5 IT14/2	2,5; 6,3		1,4-1,4	0,3-0,3	28,5	28,5 ^{+0,9} _{-0,5}
285 IT14/2=(195+90)	6,3; 6,3		1,8-1,8	0,3-0,3	285	285 ^{+1,6} _{-0,9}
85 IT14/2	6,3; 6,3		2,0-1,5	0,3-0,3	85,5	85,5 ^{+1,1} _{-0,5}
30 IT14/2	6,3; 6,3		1,5-1,4	0,3-0,3	30,1	30 ^{+0,9} _{-0,5}

Визначення коефіцієнту використання матеріалу

Визначення коефіцієнту використання металу при заготовці з прокату

$$K_{\text{в.м}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{пр}}}, \quad (16)$$

де $M_{\text{д}} = 5,8 \text{ кг}$;

$$M_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (17)$$

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2}{4} \cdot L_{\text{пр}}, \quad (18)$$

де $d_{\text{пр}} = 54^{+0,4}_{-1,0} \text{ мм}$; $L_{\text{пр}} = 552,5 \pm 1,8 \text{ мм}$

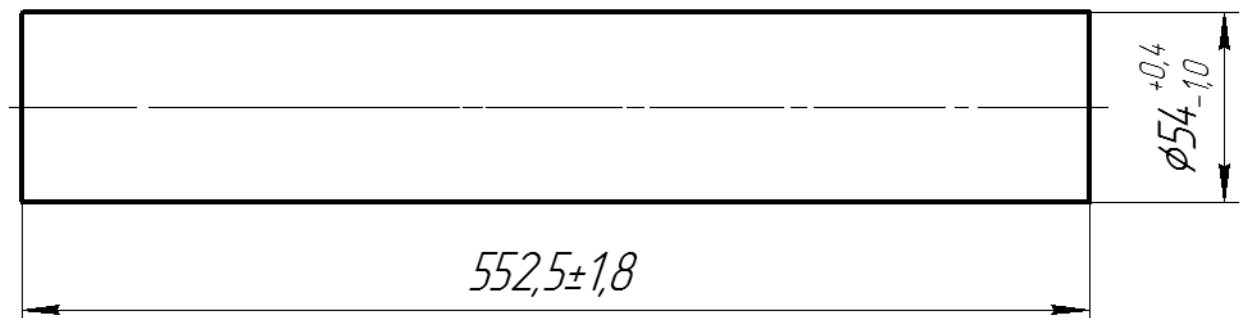


Рис. 5. Ескіз заготовки, отриманої з прокату

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$V_{np} = \frac{3,14 \cdot 54^2}{4} \cdot 552,5 = 1264705,7 \text{ мм}^3$$

$$M_{np} = V_{np} \cdot \rho = 1264705,7 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 9,93 \text{ кг}$$

$$K_{em} = \frac{5,8}{9,93} = 0,58$$

Визначення коефіцієнту використання металу при заготовці, отриманої штамповкою на КГШП

$$K_{em} = \frac{M_{\delta}}{M_{заг.шт.}}, \quad (19)$$

де $M_{\delta} = 5,8 \text{ кг}$;

$$M_{заг.шт.} = V \cdot \rho, \quad (20)$$

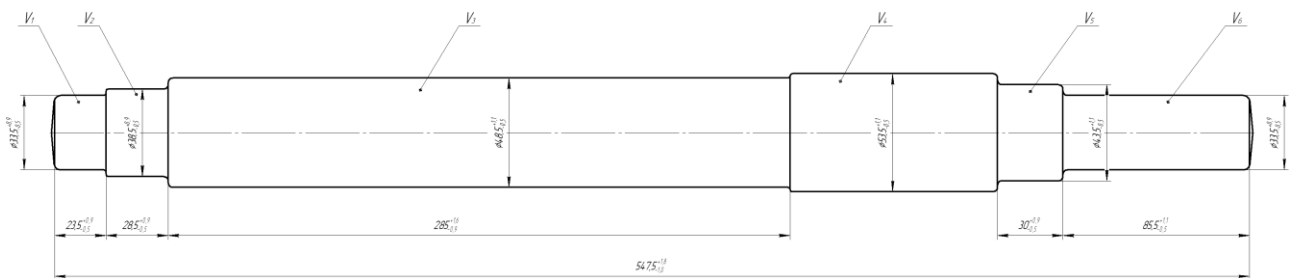


Рис. 6. Ескіз заготовки, отриманої штамповкою

Об'єм штамповки:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6, \quad (21)$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L_i, \quad (22)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot L_1 = \frac{3,14 \cdot 33,5^2}{4} \cdot 23,5 = 20702,7 \text{ мм}^3$$

де $d_1 = 33,5 \text{ мм}$; $L_1 = 23,5 \text{ мм}$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot L_2 = \frac{3,14 \cdot 38,5^2}{4} \cdot 28,5 = 33161,6 \text{ мм}^3$$

де $d_2 = 38,5 \text{ мм}$; $L_2 = 28,5 \text{ мм}$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 48,5^2}{4} \cdot 285 = 526257,1 \text{ мм}^3$$

де $d_3 = 48,5 \text{ мм}$; $L_3 = 285 \text{ мм}$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$V_4 = \frac{\pi \cdot d_4^2}{4} \cdot L_4 = \frac{3,14 \cdot 53,5^2}{4} \cdot 95 = 213452,3 \text{ мм}^3$$

де $d_4 = 53,5 \text{ мм}$; $L_4 = 547,5 - (23,5 + 28,5 + 285 + 30 + 85,5) = 95 \text{ мм}$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot d_5^2}{4} \cdot L_5 = \frac{3,14 \cdot 43,5^2}{4} \cdot 30 = 44562,5 \text{ мм}^3$$

де $d_5 = 43,5 \text{ мм}$; $L_5 = 30 \text{ мм}$

$$V_6 = \frac{\pi \cdot d_6^2}{4} \cdot L_6 = \frac{3,14 \cdot 33,5^2}{4} \cdot 85,5 = 75322,6 \text{ мм}^3$$

де $d_6 = 33,5 \text{ мм}$; $L_6 = 85,5 \text{ мм}$

$$V = 20702,7 + 33161,6 + 526257,1 + 213452,3 + 44562,5 + 75322,6 = 913458,8 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{заг. шт.}} = 913458,8 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 7,17 \text{ кг}$$

Отже
$$K_{\text{с.м}} = \frac{5,8}{7,17} = 0,81$$

Економічне обґрунтування методів отримання заготовки

Собівартість заготовки з прокату обчислюємо за формулою:

$$S_{\text{заг. пр}} = (C_{\text{пр}} / 1000) \cdot Q_{\text{пр}} - (Q_{\text{пр}} - q) \cdot S_{\text{відх}} / 1000, \quad (23)$$

де $C_{\text{пр}} = 50400 \text{ грн./т}$; $S_{\text{відх}} = 3500 \text{ грн./т}$;

$Q_{\text{пр}} = 9,93 \text{ кг}$; $q = 5,8 \text{ кг}$

$$S_{\text{заг. пр}} = \frac{50400}{1000} \cdot 9,93 - (9,93 - 5,8) \cdot \frac{3500}{1000} = 486 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки (штамповки), що отримана гарячим об'ємним штампуванням на КГШП (кривошипному гарячештампуваль-ному пресі) за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (C_i / 1000 \cdot Q \cdot k_t \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_n) - (Q - q) \cdot S_{\text{відх}} / 1000, \quad (24)$$

де $C_i = 52500 \text{ грн./т}$; $S_{\text{відх}} = 3500 \text{ грн./т}$;

$Q = 7,17 \text{ кг}$; $q = 5,8 \text{ кг}$;

$k_t = 0,9$; $k_m = 1$; $k_c = 0,75$; $k_b = 0,87$; $k_n = 1$ (стор.39, 40, [8])

$$S_{\text{заг. шт.}} = \left(\frac{52500}{1000} \cdot 7,17 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \right) - (7,17 - 5,8) \cdot \frac{3500}{1000} = 216,26 \text{ грн.}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані порівняння приведені в табл. 7

Таблиця 7

Варіант отримання заготовки	Маса заготовки, кг	Коефіцієнт використання матеріалу	Собівартість заготовки, грн.
Варіант: з прокату	9,93	0,58	486
Варіант: штамповка, що отримана горячим об'ємним штампуванням на КГШП	7,17	0,81	216,26

2.2.2. Вибір міжопераційних припусків на обробку деталі

Розрахунок міжопераційних припусків представимо в табл. 8

Таблиця 8

План обробки поверхні	Квалітет точності	Шорсткість поверхні по Ra, мкм	Міжопераційний припуск, мм	Міжопераційний розмір з відхиленнями, мм
1	2	3	4	5
Поверхня Ø30k6				
Шліфування остаточне	k6	1,25	0,15	Ø30 ^{+0,015} _{+0,002}
Шліфування попереднє	h8	2,5	0,25	Ø30,15 _{-0,039}
Точіння остаточне	h11	3,2	1,2	Ø30,4 _{-0,16}
Точіння попереднє	h14	6,3	1,9	Ø31,6 _{-0,62}
Заготовка	—	—	3,5	Ø33,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Поверхня Ø30h9				
Шліфування одноразове	h9	2,5	0,3	Ø30 _{-0,052}
Точіння остаточне	h11	3,2	1,3	Ø30,3 _{-0,16}
Точіння попереднє	h14	6,3	1,9	Ø31,6 _{-0,62}
Заготовка	—	—	3,5	Ø33,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Поверхня Ø45h9				
Шліфування одноразове	h9	2,5	0,3	Ø45 _{-0,062}
Точіння остаточне	h11	3,2	1,3	Ø45,3 _{-0,16}
Точіння попереднє	h14	6,3	1,9	Ø46,6 _{-0,62}
Заготовка	—	—	3,5	Ø48,5 ^{+1,1} _{-0,5}
Поверхня Ø35h11				
Шліфування остаточне	h11	1,25	0,15	Ø35 _{-0,16}
Шліфування попереднє	h11	2,5	0,25	Ø35,15 _{-0,16}
Точіння остаточне	h11	3,2	1,2	Ø35,4 _{-0,16}
Точіння попереднє	h14	6,3	1,9	Ø36,6 _{-0,62}
Заготовка	—	—	3,5	Ø38,5 ^{+0,9} _{-0,5}
Торець Ø35h11/Ø30k6 (розмір 23±IT14/2)				
Шліфування остаточне	±IT14/2	2,5	0,15	23±0,26
Шліфування попереднє	±IT14/2	3,2	0,25	22,85±0,26
Точіння остаточне	±IT14/2	6,3	0,5	22,6±0,26
Точіння попереднє	±IT14/2	12,5	0,8	22,1±0,26
Заготовка	—	—	1,7	21,3 ^{+0,9} _{-0,5}

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1	2	3	4	5
Різьбова поверхня М42×1,5–8g				
Нарізання різьби	—	6,3	—	М42×1,5–8g
Точіння остаточне	—	6,3	2,3	Ø41,85 ^{-0,26}
Точіння попереднє	h14	6,3	4,35	Ø44,15 ^{-0,62}
Заготовка	h14	12,5	6,65	Ø48,5 ^{+1,1} _{-0,5}
Різьбовий отвір М8-7Н				
Нарізання різьби	—	6,3	—	М8-7Н
Свердлування	H14	6,3	6,8	Ø6,8 ^{+0,36}
Заготовка	—	—	—	—

2.3. Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

В нижченаведеному технологічному процесі заготовка спочатку оброблюється на фрезерно-центрувальному верстаті, токарних верстатах з ЧПК, відповідно, моделей МР-73М і 16К20Ф3, на вищенаведених операціях створюються технологічні бази для механічної обробки на шпоночно-фрезерувальній, круглошліфувальних та вертикально-свердлувальній операціях.

2.4. Розробка та обґрунтування технологічних операцій технологічного процесу

Технологічний процес виробництва деталі “вал підйомний” заносимо в табл. 9

Таблиця 9

Номер опер.	Найменування та зміст операції	Обладнання та технологічне оснащення	Технологічні бази
1	2	3	4
003	Термічна (нормалізація)	—	—
005	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати два торця одночасно, з 2-х сторін, витримуючи розмір 543мм 2. Центрувати два торця, з 2-х сторін, одночасно, А4 по ГОСТ 14034-74, витримуючи розміри Ø4мм; Ø8,5мм; 5мм; 3,9мм; ∠60°	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-73М; пристрій призматичний при верстаті	Поверхні Ø35h11, Ø30h9, лівий торець Ø30k6/центр. отв.А4(техн.)

1	2	3	4
010	Токарна з ЧПК 1. Точити торець $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ попередньо, витримуючи розміри 22,1мм 2. Точити торець $M42 \times 1,5-8g/\varnothing 35h11$, витримуючи р-р $51,5=(23+28,5)$мм 3. Точити торець $\varnothing 50/\varnothing 45h9$, витримуючи розмір $336,5=(23+28,5+90+195)$мм 4. Точити поверхню $\varnothing 30k6$мм попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 31,6h14$мм і $l=22,1$мм 5. Точити поверхню $\varnothing 35h11$мм попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 36,6h14$мм і $l=29,4$мм 6. Точити поверхню $\varnothing 44,15h14$мм під різьбу $M42 \times 1,5-8g$ попередньо з точінням торця $\varnothing 45h9/M42 \times 1,5-8g$, витримуючи розмір $l=90$мм 7. Точити поверхню $\varnothing 45h9$мм попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 46,6h14$мм і $l=195$мм 8. Точити поверхню $\varnothing 50$мм, напрохід, витримуючи розмір $l=93,1$мм 9. Точити за зовнішнім контуром: торець $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ остаточно, витримуючи розмір 22,6мм; поверхню $\varnothing 30k6$мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 30,4h11$мм і $l=22,6$мм; поверхню $\varnothing 35h11$мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 35,4h11$мм і $l=28,9$мм; поверхню $\varnothing 41,85_{-0,26}$мм під різьбу $M42 \times 1,5-8g$ остаточно, витримуючи розмір $l=90$мм; поверхню $\varnothing 45h9$мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 45,3h11$мм і $l=195$мм; 2 фаски $1,2 \times 45^\circ$; фаску $2 \times 45^\circ$	Токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3; патрон поводковий самозатискний, центр обертаючийся, люнет рухомий	Поверхня $\varnothing 30h9$, центр. отв. А4(техн.)

1	2	3	4
	10. Точити канавку $b=1,4H14\text{мм}$; витримуючи розміри $\varnothing 28,5h12\text{мм}$ і $19,8=(20,2-0,4)\text{мм}$ 11. Точити канавку $b=5\text{мм}$, витри- муючи $r\text{-ри } \varnothing 39,8\text{мм}; 90\text{мм}; \angle 45^\circ$ 12. Нарізати різьбу $M42 \times 1,5-8g$, витримуючи розмір $l=85\text{мм}$		
015	Токарна з ЧПК 1. Точити торець $\varnothing 40/\varnothing 30h9$, витримуючи розмір 85мм 2. Точити торець $\varnothing 50/\varnothing 40$, витримуючи розмір 30мм 3. Точити поверхню $\varnothing 30h9\text{мм}$ попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 31,6h14\text{мм}$ і $l=85\text{мм}$ 4. Точити поверхню $\varnothing 40\text{мм}$, витри- муючи розмір $l=30\text{мм}$ 5. Точити за зовнішнім контуром: поверхню $\varnothing 30h9\text{мм}$ остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 30,3h11\text{мм}$ і $l=85\text{мм}$; фаску $1,2 \times 45^\circ$; фаску $1 \times 45^\circ$	Токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3; патрон поводковий самозатискний, центр обертаючийся; люнет нерухомий	Поверхня $\varnothing 30k6$, центр. отв. А4(техн.)
020	Шпоночно-фрезерувальна 1. Фрезерувати шпоночний паз $b=14N9\text{мм}$, витримуючи розміри 1мм ; $l=94\text{мм}$; $39,7=(39,5+0,2)\text{мм}$	Шпоночно- фрезерувальний верстат моделі 692Р; пристрій спеціальний	Лівий торець $\varnothing 30k6/\text{центр.}$ отв. А4(техн.), поверхні $\varnothing 45h9$, $\varnothing 40$
025	Шпоночно-фрезерувальна 1. Фрезерувати шпоночний паз $b=8N9\text{мм}$, витримуючи розміри 15мм ; $l=74\text{мм}$; $26,15=(26+0,15)\text{мм}$	Шпоночно- фрезерувальний верстат моделі 692Р; пристрій спеціальний	Правий торець $\varnothing 30h9/M8-7H$, поверхні $\varnothing 45h9$; $\varnothing 30h9$
030	Шпоночно-фрезерувальна 1. Фрезерувати паз $b=6H14\text{мм}$, витримуючи розміри $28,5\text{мм}$; $l=85=(90-5)\text{мм}$; $38,5\text{мм}$	Шпоночно- фрезерувальний верстат моделі 692Р; пристрій спеціальний	Лівий торець $\varnothing 30k6/\text{центр.}$ отв. А4(техн.), поверхні $\varnothing 35h11$, $\varnothing 30h9$
032	Слюсарна 1. Запилити заусенці по пазам	Верстак	—

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4
035	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30k6mm$ з підшліфовкою торця $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 30,15h8mm$ і $22,85mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет нерухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30h9$
040	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 35h11mm$ попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 35,15h11mm$ і $l=28,5mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет нерухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30h9$
045	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 45h9mm$ одноразово, витримуючи розмір $l=195mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет рухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30h9$
050	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30h9mm$ одноразово, витримуючи розмір $l=85mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет нерухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30k6$
055	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30k6mm$ з підшліфовкою торця $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ остаточно, витримуючи розмір $23mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет нерухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30h9$
060	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 35h11mm$ остаточно, витримуючи розмір $l=28,5mm$	Круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161; центра, хомутик поводковий; люнет нерухомий	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня $\varnothing 30h9$
065	Вертикально-свердлувальна 1. Свердлувати отвір $\varnothing 6,8mm$ під різьбу М8-7Н, витримуючи розмір $30mm$ 2. Зенкувати фаску $1,6 \times 45^\circ$ 3. Нарізати різьбу М8-7Н в отворі, витримуючи розмір $20mm$	Вертикально-свердлувальний верстат моделі 2Н135; пристрій спеціальний	Лівий торець $\varnothing 30k6$ /центр. отв. А4(техн.), поверхні $\varnothing 45h9$ і $\varnothing 30h9$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.5. Вибір технологічного обладнання

Технологічне обладнання задіяне в технологічному процесі вказано в табл. 10

Таблиця 10

Найменування технологічного обладнання	Модель верстату	Коротка технічна характеристика технологічного обладнання	Потужність, кВт	Категорія ремонтної складності		Габаритні розміри (l×b), мм
				Мех. устатк., орс	Електр. устатк., орс	
1	2	3	4	5	6	7
Фрезерно – центрувальний верстат (операція №005)	MP-73M	Фрезерування та центрування торців Найбільша довжина оброблюваного виробу – 500-1250мм	10(фр.) 3(св.)	7	14	3790× 1630



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

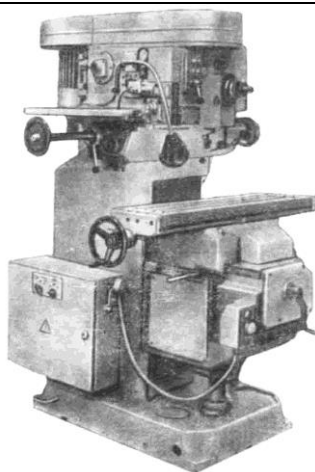
Арк.

31

1	2	3	4	5	6	7
Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК (операції №010 і 015)	16K20Ф3	Токарна обробка (точіння циліндричних, конічних, фасонних заготовок, розточування, проточування канавок, свердлування, зенкування, розвертання, нарізання метричних, дюймових, пітчевих різьб) в центрах, цангі, патроні по програмі. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки: над патроном—400мм над супортом—200мм Найбільша довжина оброблюваного виробу – 1000мм Контурна система ЧПК(Ф3)	10	22	28	3000×1600



Шпоночно-фрезерувальний верстат (операція №020,025,030)	692Р	Фрезерування шпоночних пазів (розмір стола 800×200мм)	4,5	11	12	1520×1400
---	------	---	-----	----	----	-----------

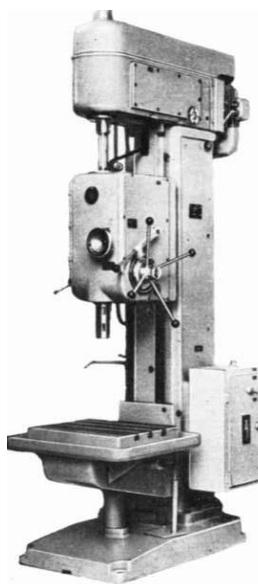


Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4	5	6	7
Кругло-шліфувальний верстат (операції №035,040,045,050,055,060)	ЗБ161	Зовнішнє шліфування циліндричних і пологих конічних поверхонь (максимальний діаметр заготовки 280мм, довжина до 1000мм)	7,5	37	26	4100×2100



Вертикально-свердлувальний 2Н135 (операція №065)	2Н135	Свердлування, зенкерування, розвертання отворів, нарізання різьби мітчиками (найбільший діаметр свердлування – 35мм)	4,0	13	14	1240×810
--	-------	--	-----	----	----	----------



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.6. Вибір засобів технологічного оснащення

Технологічне оснащення наведено в табл. 11

Таблица 11

Номер операції	Найменування операції	Технологічні бази	Технологічне оснащення
005	Фрезерно-центрувальна (МР-73М)	Поверхні Ø35h11, Ø30h9, лівий торець Ø30k6/центр.отв.А4(техн.)	Пристрій призматичний при верстаті
010	Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	Поверхня Ø30h9, центр.отв. А4(техн.)	Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71, центр обертаючийся ГОСТ 8742-75, люнет рухомий
015	Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	Поверхня Ø30k6, центр.отв. А4(техн.)	Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71, центр обертаючийся ГОСТ 8742-75, люнет рухомий
020	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	Лівий торець Ø30k6/центр.отв. А4 (техн.), поверхні Ø45h9, Ø40	Пристрій спеціальний
025	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	Правий торець Ø30h9/М8-7Н, поверхні Ø45h9; Ø30h9	Пристрій спеціальний
030	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	Лівий торець Ø30k6/центр.отв. А4(техн.), поверхні Ø35h11, Ø30h9	Пристрій спеціальний
035, 040, 045, 055, 060	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня Ø30h9	Центра ГОСТ 13214-79; хомутик ГОСТ 2578-70; люнет нерухомий
050	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	Центр. отв. А4 (техн.), поверхня Ø30k6	Центра ГОСТ 13214-79; хомутик ГОСТ 2578-70; люнет нерухомий
065	Вертикально-свердлувальна (2Н135)	Лівий торець Ø30k6/ центр.отв. А4(техн.), поверхні Ø45h9 і Ø30h9	Пристрій спеціальний

Номер та найменування операції	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент
1	2	3
005 Фрезерно-центрувальна (МР-73М)	1. Фреза торцова $\varnothing 100$, Т5К10, 2214-0001, ГОСТ 24359-80 2. Сверло центрувальне $\varnothing 4$, тип А, 2317-0007, Р6М5, ГОСТ 14952-75	1. Оправка для торцової фрези, ГОСТ 13041-83 2. Патрон свердлувальний ГОСТ 8522-79
010 Токарна з ЧПК (16К20Ф3)	1. Різець токарний прохідний підрізний з $\varphi = 95^\circ$ з трьох-гранною пластинкою ($\varepsilon = 80^\circ$) з твердого сплаву марки Т5К10, MWLNR 2525M08, ТУ 2-035-892-82 2. Різець токарний контурний з $\varphi = 93^\circ$ з ромбічною пластинкою ($\varepsilon = 55^\circ$) з твердого сплаву марки Т15К6, PDINR 2525M15, ТУ 2-035-892-82 3. Різець токарний канавочний для обробки зовнішніх канавок ($b=1,4$) під стопорні кільця з пластинкою твердого сплаву Т15К6, 035-2126-1183, ОСТ 2И10-7-84 4. Різець токарний канавочний для обробки зовнішніх канавок зарізьбових канавок ($b=3$) з пластинкою твердого сплаву Т15К6, 035-2126-1809, ОСТ 2И10-7-84 5. Різець токарний різьбовий з пластинкою твердого сплаву Т15К6, 035-2159-0543, ОСТ 2И10-9-84	1. Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71 2. Центр обертаючийся ГОСТ 8742-75 3. Люнет рухомий

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3
015 Токарна з ЧПК (16K20Ф3)	1. Різець токарний прохідний підрізний з $\phi = 95^\circ$ з трьох- гранною пластинкою ($\epsilon = 80^\circ$) з твердого сплаву марки T5K10, MWLNR 2525M08, ТУ 2-035-892-82 2. Різець токарний контурний з $\phi = 93^\circ$ з ромбічною пластин- кою ($\epsilon = 55^\circ$) з твердого сплаву марки T15K6, PDINR 2525M15, ТУ 2-035-892-82	1. Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71 2. Центр обертаючийся ГОСТ 8742-75 3. Люнет нерухомий
020 Шпоночно- фрезерувальна (692Р)	1. Фреза шпоночна $\varnothing 14$, 2234-0371, P6M5, ГОСТ 9140-78	1. Патрон цанговий ГОСТ 26539-85
025 Шпоночно- фрезерувальна (692Р)	1. Фреза шпоночна $\varnothing 8$, 2234-0363, P6M5, ГОСТ 9140-78	1. Патрон цанговий ГОСТ 26539-85
030 Шпоночно- фрезерувальна (692Р)	1. Фреза шпоночна $\varnothing 6$, 2234-0355, P6M5, ГОСТ 9140-78	1. Патрон цанговий ГОСТ 26539-85
035 Кругло- шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15A40C27K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет нерухомий
040 Кругло- шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15A40C27K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет нерухомий

1	2	3
045 Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ППІ 500×80×203 15A40C27K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет рухомий
050 Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ППІ 500×100×305 15A40C27K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет нерухомий
055 Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ППІ 500×40×203 15A25CT17K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет нерухомий
060 Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Круг шліфувальний ППІ 500×40×203 15A25CT17K8A 35м/с ГОСТ2424-83	1. Центра ГОСТ 13214-79 2. Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70 3. Люнет нерухомий
065 Вертикально-свердлувальна (2Н135)	1. Свердло Ø6,8; 2φ = 118°, P6M5, 2300-0309, ГОСТ 10902-77 2. Зенківка Ø20, 2φ = 90°, P6M5, 2353-0134, ГОСТ 14953-80 3. Мітчик М8-7Н, P6M5, 2621-1221, ГОСТ 3266-81	1. Патрон свердлувальний ГОСТ 8522-79 2. Втулки перехідні ГОСТ 13598-80 3. Патрон різьбонарізний ГОСТ 14077-83

Контрольно-вимірювальний інструменту наведено в табл. 13

Таблиця 13

Номер та найменування операції	Вимірювальний інструмент
1	2
005 Фрезерно-центрувальна (МР-73М)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89 2. Шаблон на фаску під $\angle 60^\circ$

1	2
010 Токарна з ЧПК (16K20Ф3)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,05; ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба Ø30,4h11 ГОСТ 18360-93 3. Калібр-скоба Ø35,4h11 ГОСТ 18360-93 4. Калібр-скоба Ø45,3h11 ГОСТ 18360-93 5. Калібр-кільця різьбові М42×1,5-8g 8211-0142 (ПР) ГОСТ 17763-72 8211-1142 (НЕ) ГОСТ 17764-72 6. Шаблон на фаску 1,2×45° 7. Шаблон на фаску 2×45° 8. Шаблон на канавку b=1,4 9. Калібр-скоба Ø28,5h12 10. Шаблон на канавку b=5
015 Токарна з ЧПК (16K20Ф3)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба Ø30,3h11 ГОСТ 18360-93 3. Шаблон на фаску 1,2×45°
020 Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Калібр пазовий b=14N9, 8316-6007, ГОСТ 24121-80 2. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
025 Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Калібр пазовий b=8N9, 8316-6004, ГОСТ 24121-80 2. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
030 Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
035 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба Ø30,15h8 ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93
040 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба Ø35,15h11 ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93
045 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05; ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба Ø45h9, 8113-0136, ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2
050 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба $\varnothing 30h9$, 8113-0122, ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93
055 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба $\varnothing 30k6$, 8113-0122, ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93
060 Круглошліфувальна (ЗБ161)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-скоба $\varnothing 35h11$, 8113-0127, ГОСТ 18360-93 3. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93
065 Вертикально- свердлувальна (2Н135)	1. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 2. Калібр-пробка різьбова М8-7Н, 8221-3036, (ПР, НЕ) ГОСТ 17758-72 3. Шаблон на фаску $1,6 \times 45^\circ$

2.7. Розрахунок режимів різання

2.7.1. Розрахунок режимів різання для 010 токарної операції з ЧПК

Операція 010: токарна з ЧПК

Обладнання: токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3, система ЧПК
“Електроніка НЦ-31”

Зміст переходу: точити поверхню $\varnothing 30k6$ мм попередньо, витримуючи
розміри $\varnothing 31,6h14$ мм і $l = 22,1$ мм

Технологічне оснащення: 1) 392849.XXXX Патрон поводковий
самозатискний ГОСТ 2571-71;
2) 392842. XXXX. Центр обертаючийся
ГОСТ 8742-75;
3) XXXXXXX. XXXX Люнет рухомий

Ріжучий інструмент: 392190.×××× Різець токарний прохідний
MWLNR 2525M08, ТУ 2-035-892-82, [9]

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Матеріал ріжучої частини: твердий сплав марки Т5К10, матеріал корпусу
різця – сталь 45

Геометричні параметри різця: $\varphi=95^\circ$, $\varepsilon=80^\circ$, $h \times b = 25 \times 25 \text{ мм}$, $l_1 = 150 \text{ мм}$,
 $l=8,7 \text{ мм}$; $f=32 \text{ мм}$; $r=1 \text{ мм}$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$
(стор. 175, табл. 17, [9])

Вимірювальний інструмент: 393311.××××. Штангенциркуль
ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–89

Мастильно-охолоджуюча рідина: емульсія

1) Глибина різання:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{33,5-31,6}{2} = 0,95 \text{ мм} \quad (27)$$

2) Подача: $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$ (стор. 266, табл. 11, [11])

3) Стійкість інструменту: $T = 90 \text{ хв.}$ (стор. 268, [11])

4) Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} \cdot K_v, \quad (28)$$

де $C_v = 292$; $x = 0,3$; $y = 0,15$; $m = 0,18$ (стор. 269, табл.17, [11])

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV} \cdot K_{\varphi V} \cdot K_{\varphi 1V} \cdot K_{rV} \cdot K_{oV} \cdot K_{rV}, \quad (29)$$

$$K_{mV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (30)$$

де $\sigma_B = 410 \text{ МПа}$; $K_r = 1,0$ (стор. 262, табл. 2, [11])

$n_v = 1,0$ (стор. 262, табл. 2, [11])

$$K_{mV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{410} \right)^{1,0} = 1,83$$

$K_{nV} = 0,8$ (стор. 263, табл. 5, [11]);

$K_{uV} = 0,65$ (стор. 263, табл. 6, [11]);

$K_{rV} = 1,4$; $K_{oV} = 1$; $K_{\varphi V} = 0,7$; $K_{\varphi 1V} = 1$; $K_{rV} = 0,94$

(стор. 270,271, [11])

$$K_v = 1,83 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,88$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{292}{90^{0,18} \cdot 0,95^{0,3} \cdot 0,5^{0,15}} \cdot 0,88 = 128,8 \text{ м/хв}$$

5) Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (31)$$

де $d = 31,6 \text{ мм}$

$$n = \frac{1000 \cdot 128,8}{3,14 \cdot 31,6} = 1298,1 \text{ об/хв}$$

Тоді $n_d = 1250 \text{ об/хв}$

6) Дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,6 \cdot 1250}{1000} = 124 \text{ м/хв.} = 2,07 \text{ м/с} \quad (32)$$

7) Потужність:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 1020}, \quad (33)$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V_d^n \cdot K_p, \quad (34)$$

де $C_p = 384$; $x = 0,9$; $y = 0,9$; $n = -0,15$ (стор. 273, табл. 22, [11]).

$$K_p = K_{mP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (35)$$

$$K_{m\phi} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (36)$$

де $n = 0,75$ (стор. 264, табл. 9, [11])

$$K_{m\phi} = \left(\frac{410}{750} \right)^{0,75} = 0,64$$

$K_{\phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 0,93$ (стор. 275, табл. 23, [11])

$$K_p = 0,64 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,53$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0,95^{0,9} \cdot 0,5^{0,9} \cdot 124^{-0,15} \cdot 0,53 = 505,4 \text{ Н}$$

$$N_e = \frac{505,4 \cdot 124}{60 \cdot 1020} = 1,02 \text{ кВт}$$

8) Перевірка:

$$N_e \leq N_{\text{верст.}}, \quad (37)$$

$$N_{\text{верст.}} = N_{\text{дв.}} \cdot \eta, \quad (38)$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{дв} = 10 \text{ кВт}$; $\eta = 0,8$

$$N_{верст} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт}$$

$1,02 < 8 \text{ (кВт)}$ – умова виконується

9) Технологічний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_o \cdot S_o}, \quad (39)$$

$$L = l + l_1, \quad (40)$$

де $l = 22,1 \text{ мм}$; $l_1 = 4 \text{ мм}$ (стор. 324, [12])

$$L = 22,1 + 4 = 26,1 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{26,1 \cdot 1}{0,5 \cdot 1250} = 0,04 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків режимів на інші переходи вказано в табл. 14

Примітка: режими різання з в табл. 14 обчислені за допомогою довідкової літератури:

- 1) (стор.76-136, к.21-51, [12]);
- 2) (стор.324, [12]);
- 3) (стор.156-194, [9])

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця режимів різання на 010 токарну операцію з ЧПК

Таблиця 14

Номер переходу	Зміст переходу	Ріжучий інструмент	Глибина різання t , мм	Кількість проходів i	Довжина робочого ходу L , мм	Стійкість інструменту T , хв	Подача S_0 , мм/об.	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання n , хв ⁻¹	Частота обертання дійсна, хв ⁻¹	Швидкість різання дійсна, м/хв	Потужність N_e , кВт	Перевірка достатності потужності, $N_e \leq N_{верст}$, кВт	Основний час, T_0 , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Точити торець $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ попередньо, випримує розміри 22,1мм	Різець токарний прохідний підрізний з $\varphi = 95^\circ$, T5K10, MWLNR2525M08, TY2-035-892-82	0,8	1	7,5	90	0,6	83,6	691,5	630	76,2	3,1	3,1<8	0,02
2	Точити торець M42×1,5-8g/ $\varnothing 35h11$, випримує розмір 51,5=(23+28,5)мм		1,7	1	9,9	90	0,6	73,2	480,7	500	76,2	3,1	3,1<8	0,03
3	Точити торець $\varnothing 50/\varnothing 45h9$, випримує розмір 336,5=(23+28,5+90+195)мм		2,1	1	7,5	90	0,6	73,2	435,7	400	67,2	2,6	2,6<8	0,03
4	Точити поверхню $\varnothing 35h11$ мм попередньо, випримує розміри $\varnothing 36,6h14$ мм і $l=29,4$ мм		0,95	1	33,4	90	0,6	83,6	727,4	630	72,4	3,1	3,1<8	0,09
5	Точити поверхню $\varnothing 44,15h14$ мм під різьбу M42×1,5-8g попередньо з точінням торця $\varnothing 45h9/M42 \times 1,5-8g$, випримує розмір $l=90$ мм		2,18	1	94	90	0,6	73,2	528	500	69,3	2,6	2,6<8	0,31
6	Точити поверхню $\varnothing 45h9$ мм попередньо, випримує розміри $\varnothing 46,6h14$ мм і $l=195$ мм		0,95	1	199	90	0,6	83,6	571,3	500	73,2	3,1	3,1<8	0,66
7	Точити поверхню $\varnothing 50$ мм, напрохід, випримує розмір $l=93,1$ мм		1,75	1	97,1	90	0,6	73,2	466,2	500	78,5	3,1	3,1<8	0,32

Продовження таблиці 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	Точити за зовнішнім контуром: торець $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ остаточно, витримуючи розмір 22,6мм	Різець токарний контурний з $\varphi = 93^\circ$, T15K6, PDINR 2525M15, ТУ2-035- 892-82	0,5	1	7,1	90	0,25	179,9	1565,4	1600	183,9	3,7	3,7<8	0,02
	поверхню $\varnothing 30k6$ мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 30,4h11$ мм і $l=22,6$ мм		0,6	1	26,6	90	0,25	179,9	1884,6	2000	190,9	3,7	3,7<8	0,05
	поверхню $\varnothing 35h11$ мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 35,4h11$ мм і $l=28,9$ мм		0,6	1	32,9	90	0,25	179,9	1618,5	1600	177,9	3,7	3,7<8	0,08
	поверхню $\varnothing 41,85_{-0,26}^{+0,26}$ мм під різьбу M42×1,5-8g остаточно, витримуючи розмір $l=90$ мм		1,15	1	94	90	0,25	159,5	1213,8	1250	164,3	3,7	3,7<8	0,3
	поверхню $\varnothing 45h9$ мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 45,3h11$ мм і $l=195$ мм		0,65	1	199	90	0,25	171,2	1203,6	1250	177,8	3,7	3,7<8	0,64
	2 фаски $1,2 \times 45^\circ$		0,85	1	4,7	90	0,25	179,9	1884,6	2000	190,9	1,1	1,1<8	0,02
	фаску $2 \times 45^\circ$		1,41	1	5,8	90	0,25	159,5	1213,8	1250	164,3	1,3	1,3<8	0,02
9	Точити канавку $b=1,4H14$ мм; витримуючи розміри $\varnothing 28,5h12$ мм і $19,8=(20,2-0,4)$ мм	Різець токарний канавочний ($b=1,4$) T15K6, 035-2126-1183, ОСТ 2И10-7-84	1,4	1	3,9	90	0,0875	133,1	1487,3	1600	143,2	1,1	1,1<8	0,03
10	Точити канавку $b=5$ мм, витримуючи розміри $\varnothing 39,8$ мм; 90мм; $\angle 45^\circ$	Різець токарний канавочний ($b=3$) T15K6, 035-2126-1809, ОСТ 2И10-7-84	3	2	4	90	0,0875	133,1	1065	1000	124,9	1,6	1,6<8	0,11
				1	2									
11	Нарізати різьбу M42×1,5-8g, витримуючи розмір $l=85$ мм	Різець токарний різбовий T15K6, 035-2159-0543, ОСТ 2И10-9-84	—	2	89,5	90	—	96,6	732,5	800	105,5	2,2	2,2<8	0,15

2.7.2. Розрахунок режимів різання на решту операцій технологічного процесу проводимо табличним методом

Результати розрахунків режимів різання представлені в табл.15

Таблиця 15

Номер операції	Найменування операції	Зміст переходу	Ріжучий інструмент	Глибина різання t , мм	Кількість проходів, i	Довжина робочого ходу L , мм	Стойкість інструменту T , хв	Подача S_o , мм/об	Подача хвилинна S_{xv} , мм/хв	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання n , об/хв	Частота обертання дійсна n_d , об/хв	Швидкість різання дійсна V_d , м/хв	Потужність N_e , кВт	Перевірка достатності потужності приводу верстата $N_e \leq N_{верст}$, кВт	Основний час T_o , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
005	Фрезерно-центрувальна (МР-73М)	1. Фрезерувати два торця одночасно, з 2-х сторін, витримуючи розмір 543мм	Фреза торцова $\varnothing 100$, Т5К10, 2214-0001, ГОСТ 24359-80	2,25	1	35,5	180	$S_z = 0,12$ мм/зуб	400	235,4	749,7	712	223,6	2,3	2,3<7,5	0,09
		2. Центрувати два торця, з 2-х сторін, одночасно, А4 по ГОСТ 14034-74, витримуючи розміри $\varnothing 4$ мм; $\varnothing 8,5$ мм; 5мм; 3,9мм; $\angle 60^\circ$	Сверло центрувальне $\varnothing 4$, тип А, 2317-0007, Р6М5, ГОСТ 14952-75	2	1	10,9	15	0,04	—	12,6	1003,2	1000	12,6	0,8	0,8<2,25	0,27
015	Токарна з ЧПК (16К20ФЗ)	1. Точили торць $\varnothing 40/\varnothing 30$ h9, витримуючи розмір 85мм	Різець токарний прохідний підрізний з $\varphi = 95^\circ$, Т5К10, MWLNR 2525M08, ТУ 2-035-892-82	1,8	1	10	90	0,6	—	73,2	536	500	68,3	2,6	2,6<8	0,03
		2. Точили торць $\varnothing 50/\varnothing 40$, витримуючи розмір 30мм		1,6	1	9	90	0,6	—	77,9	496,2	500	78,5	3,1	3,1<8	0,03
		3. Точили поверхню $\varnothing 30$ h9мм попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 31,6$ h14мм і $\varphi = 85$ мм		0,95	1	89	90	0,6	—	83,6	842,5	800	79,4	3,1	3,1<8	0,19
		4. Точили поверхню $\varnothing 40$ мм, витримуючи розмір $\varphi = 30$ мм		1,75	1	34	90	0,6	—	73,2	582,8	630	79,1	3,1	3,1<8	0,09
		5. Точили за зовнішнім контуром: поверхню $\varnothing 30$ h9мм остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 30,3$ h11мм і $\varphi = 85$ мм	Різець токарний контурний з $\varphi = 93^\circ$, Т15К6, PDINR 2525M15, ТУ 2-035-892-82	0,65	1	89	90	0,25	—	171,2	1799,4	1600	152,2	3,1	3,1<8	0,22
		фаску $1,2 \times 45^\circ$		0,85	1	4,7	90	0,25	—	171,2	1799,4	1600	152,2	1,1	1,1<8	0,01
		фаску $1 \times 45^\circ$		0,71	1	4,4	90	0,25	—	171,2	1799,4	1600	152,2	1	1<8	0,01
020	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Фрезерувати шпоночний паз $b = 14$ N9мм, витримуючи розміри 1мм; $\varphi = 94$ мм; 39,7=(39,5+0,2)мм	Фреза шпоночна $\varnothing 14$, 2234-0371, Р6М5, ГОСТ 9140-78	0,4	15	80	80	$S_z = 0,1$ мм/зуб	125	26,6	605	630	27,7	1	1<3,83	9,6

Продовження таблиці 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
025	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Фрезерувати шпоночний паз $b=8N9$ мм, витримуючи розміри 15мм; $l=74$ мм; 26,15=(26+0,15)мм	Фреза шпоночна $\varnothing 8$, 2234-0363, Р6М5, ГОСТ 9140-78	0,2	21	66	80	$S_z=0,12$ мм/зуб	250	24	955	1000	25,1	2,1	2,1<3,83	5,54
030	Шпоночно-фрезерувальна (692Р)	1. Фрезерувати паз $b=6N14$ мм, витримуючи розміри 28,5мм; $l=85$ =(90-5)мм; 38,5мм	Фреза шпоночна $\varnothing 6$, 2234-0355, Р6М5, ГОСТ 9140-78	0,2	18	85	80	$S_z=0,1$ мм/зуб	250	22,3	1180	1250	23,6	2,1	2,1<3,83	6,12
035	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30k6$ мм з підшліфковою торця $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 30,15h8$ мм і 22,85мм	Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А40С27К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,125	—	23	—	$S_{рц}=0,0025$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=50$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=528$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=400$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=38$ м/хв	0,97	0,97<6	0,16
040	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 35h11$ мм попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 35,15h11$ мм і $l=28,5$ мм	Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А40С27К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,125	—	28,5	—	$S_{рц}=0,0025$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=50$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=453$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=400$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=44$ м/хв	1,4	1,4<6	0,16
045	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 45h9$ мм одноразово, витримуючи розмір $l=195$ мм	Круг шліфувальний ПП 500×80×203 15А40С27К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,15	—	235	—	$S_{кр}=56$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=25$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=177$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=177$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=25$ м/хв	4,9	4,9<6	0,46
050	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30h9$ мм одноразово, витримуючи розмір $l=85$ мм	Круг шліфувальний ПП 500×100×305 15А40С27К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,15	—	85	—	$S_{рц}=0,0025$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=50$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=531$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=400$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=38$ м/хв	3,6	3,6<6	0,19
055	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 30k6$ мм з підшліфковою торця $\varnothing 35h11/\varnothing 30k6$ остаточно, витримуючи розмір 23мм	Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А25СТ17К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,075	—	23	—	$S_{рц}=0,001$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=40$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=425$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=400$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=38$ м/хв	0,5	0,5<6	0,28
060	Кругло-шліфувальна (ЗБ161)	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 35h11$ мм остаточно, витримуючи розмір $l=28,5$ мм	Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А25СТ17К8А 35м/с ГОСТ 2424-83	0,075	—	28,5	—	$S_{рц}=0,001$	—	$V_{кр}=35$ м/с $V_{з}=40$ м/хв	$n_{кр}=1337,6$ $n=364$	$n_{зг}=1240$ $n_{зг}=364$	$V_{кр}=32,5$ м/с $V_{зг}=40$ м/хв	0,6	0,6<6	0,31
065	Вертикально-свердлувальна (2Н135)	1. Свердлувати отвір $\varnothing 6,8$ мм під різьбу М8-7Н, витримуючи розмір 30мм	Свердло $\varnothing 6,8$; $2\varphi=118^\circ$, Р6М5, 2300-0309, ГОСТ 10902-77	3,4	1	34	25	0,1	—	20,2	946	1000	21,4	0,9	0,9<3,2	0,34
		2. Зенкувати фаску $1,6\times 45^\circ$ в отв. $\varnothing 6,8$ мм	Зенківка $\varnothing 20$, $2\varphi=90^\circ$, Р6М5, 2353-0134, ГОСТ 14953-80	1,13	1	2,6	30	0,4	—	15,8	251,6	250	15,7	0,4	0,4<3,2	0,03
		3. Нарізати різьбу М8-7Н в отворі, витримуючи розмір 20мм	Мітчик М8-7Н, Р6М5, 2621-1221, ГОСТ 3266-81	—	1	23,75	90	—	—	5,2	207	180	4,5	0,15	0,15<3,2	0,19

Примітка: режими різання, розраховані за допомогою довідкової літератури:

- 1) (стор. 261-303, табл. 1-56, [11]); 2) (стор. 74-292, к. 20-110, [12]); 3) (стор. 15-33, 255-292, [13]);
4) (стор. 36-351, к. 1-205, [15]); 5) (стор. 156-253, [9])

2.8. Технічне нормування операцій технологічного процесу

2.8.1. Розрахунок технічних норм часу для 010 токарної операції з ЧПК (верстат моделі 16K20Ф3)

1) Час основної роботи: $T_{oa} = 2,92 \text{хв.}$

2) Час ручної та допоміжної роботи:

$$T_d = T_{dy} + T_{доп} + T_{дв}, \quad (41)$$

$T_{dy} = 1,45 \text{хв.}$ (стор. 29, к. 2, [12]);

$T_{доп}$ (стор. 51, к. 10, [12]):

$T_{доп1} = 0,04 \text{хв.};$

$T_{доп2} = 0,03 \text{хв.};$

$T_{доп3} = 0,15 \text{хв.};$

$T_{доп4} = 0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{хв.}$

$$\Sigma T_{доп} = 0,04 + 0,03 + 0,15 + 0,2 = 0,42 \text{хв.}$$

$T_{дв} = 2,78 \text{ хв.}$ (стор. 53, к. 11, [12])

$$T_d = 1,45 + 0,42 + 2,78 = 4,65 \text{хв.}$$

3) Автоматичний час (стор. 605, табл. 12, [10]):

$T_{да1} = 0,03 \cdot 10 = 0,3 \text{хв.};$

$T_{да2} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{хв.}$

$T_{да3} = 0,04 \cdot 25 = 1 \text{хв.}$

$T_{да4} = 0,02 \cdot 5 = 0,1 \text{хв.}$

$$\Sigma T_{да} = 0,3 + 0,5 + 1 + 0,1 = 1,9 \text{хв.}$$

4) Штучний час :

$$T_{шт} = (T_a + T_d \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{T_{обс}}{100}\right), \quad (42)$$

$$T_a = T_{oa} + T_{да} = 2,92 + 1,9 = 4,82 \text{хв.} \quad (43)$$

$K_{тв} = 0,75$ (стор. 28, к.1, [12]).

$T_{обс} = 9\% T_{оп}$ (стор. 59, к. 12, [12])

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ит} = (4,82 + 4,65 \cdot 0,75) \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 9,06 \text{ хв.}$$

5) Підготовчо-заклучний час (стор. 60, к. 13, [12]):

$$T_{пз1} = 16 \text{ хв.}; T_{пз2} = 45,2 \text{ хв}$$

$$\sum T_{пз} = 16 + 45,2 = 61,2 \text{ хв.}$$

6) Штучно-калькуляційного час:

$$T_{итк} = T_{ит} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (44)$$

$$T_{итк} = 9,06 + \frac{61,2}{40} = 10,59 \text{ хв.}$$

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8.2. Розрахунок технічних норм часу на операції технологічного процесу

Розрахунок технічних норм часу представимо в табл. 16

Таблиця 16

Номер операції	Найменування операції	Основний технологічний час T_o , хв	Складові допоміжного часу								Допоміжний час ΣT_d , хв	Час обробки в автоматичному режимі T_a , хв	Час на обслуговування робочого місця $a_{обсл}$, % T_o	Час перерв на відпочинок $a_{відп}$, % T_o	Коефіцієнт на допоміжний час, Кт.в.	Норма штучного часу $T_{шт.}$, хв	Підготувально-заклучний час $T_{п.з.}$, хв	Норма штучно-калькуляційного часу $T_{шт.к.}$, хв
			Час на установку і зняття деталі, хв	Час, пов’язаний з переходом, хв	Час на прийоми, пов’язані з переходом, що не війшли в комплекси, хв	Час пов’язаний з обробкою, не включений до програми, хв	Час, пов’язаний з обробкою поверхні, хв	Час на операцію, хв	Час на контрольні вимірювання з урахуванням коеф. періодичності, хв	Час автоматичний, хв.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
005	Фрезерно-центрувальна	0,36	0,2	–	–	–	–	0,24	0,09	–	0,53	–	3,5	4	1,32	1,14	15	1,52
015	Токарна програмна	0,58	0,45	–	–	0,3	–	–	0,51	0,72	1,26	1,3	9		0,75	2,45	37,4	3,39
020	Шпоночно-фрезерувальна	9,6	0,34	–	–	–	–	0,6	0,13	–	1,07	–	3	4	1,0	11,42	17	11,85
025	Шпоночно-фрезерувальна	5,54	0,34	–	–	–	–	0,6	0,13	–	1,07	–	3	4	1,0	7,07	17	7,49
030	Шпоночно-фрезерувальна	6,12	0,34	–	–	–	–	0,6	0,03	–	0,97	–	3	4	1,0	7,59	17	8,02
035	Круглошліфувальна	0,16	0,46	–	–	–	0,37	–	0,19	–	1,02	–	9	4	1,32	1,7	17	2,13
040	Круглошліфувальна	0,16	0,46	–	–	–	0,37	–	0,09	–	0,92	–	9	4	1,32	1,55	17	1,98
045	Круглошліфувальна	0,46	0,46	–	–	–	0,6	–	0,13	–	1,19	–	9	4	1,32	2,29	17	2,72
050	Круглошліфувальна	0,19	0,46	–	–	–	0,39	–	0,1	–	0,95	–	9	4	1,32	1,63	17	2,06
055	Круглошліфувальна	0,28	0,46	–	–	–	0,37	–	0,19	–	1,02	–	9	4	1,32	1,84	17	2,27
060	Круглошліфувальна	0,31	0,46	–	–	–	0,37	–	0,09	–	0,92	–	9	4	1,32	1,72	17	2,15
065	Вертикально-свердлувальна	0,56	0,29	0,24	0,62	–	–	–	0,01	–	1,16	–	4	4	1,32	2,26	20	2,76

Примітка: норми часу розраховані за літератури:
1) (стор. 31-203, к. 2-88, [14]); 2) (стор.28-69, к. 1-17, [12]); 3) (стор.605-608, табл. 12,13, [10])

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристрою

Спроектуємо спеціальний верстатний пристрій для обробки шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$ на шпоночно-фрезерувальній операції №020.

3.1.1. Опис пристрою

Пристрій, що проектується призначений для закріплення деталі "вал підйомний" при обробці шпонкового пазу $b=14N9\text{мм}$ на 020 шпоночно-фрезерувальній операції (шпоночно-фрезерувальний верстат моделі 692Р).

За призначенням даний пристрій відноситься до верстатних, так як за допомогою цього пристрою закріплюються деталі на верстаті.

3.1.2. Принципова схема будови пристрою.

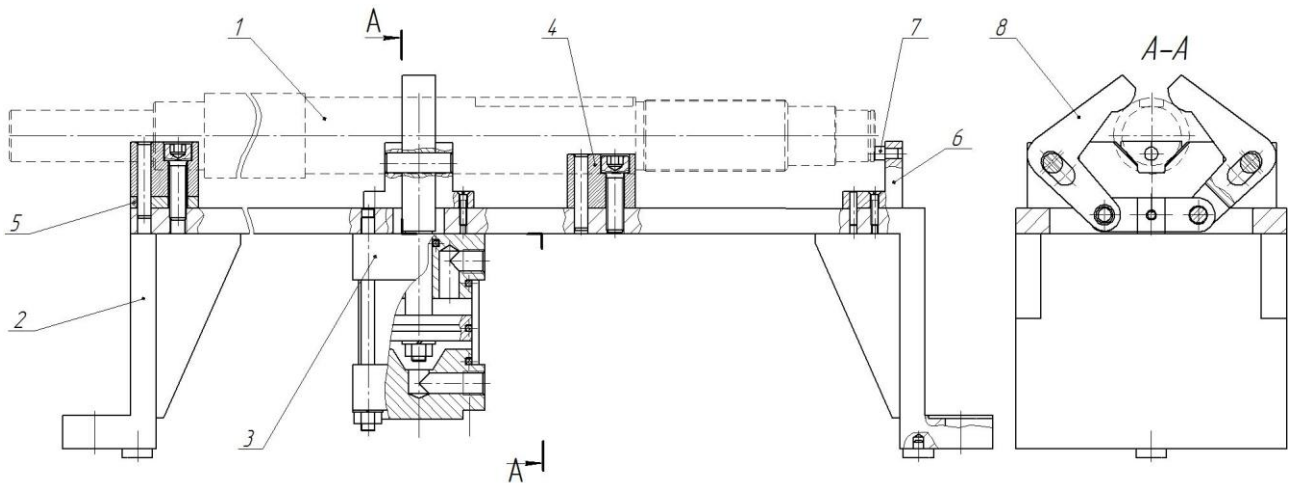


Рис. 7. Принципова схема будови пристрою

1 – Заготовка; 2 – корпус; 3 – циліндр; 4 – призма; 5 – підкладка; 6 – кронштейн; 7 – штир опорний; 8 – важіль кутовий.

3.1.3. Принцип дії пристрою

Деталь 1 встановлюється на дві призми 4, що закріплені на корпусі 2, з упором торцем $\varnothing 30k6\text{мм}$ в штир опорний 7. Одна з призм додатково встановлюється на підкладку, тому що використовується для базування по меншому діаметру. Штир опорний встановлено на кронштейні 6, який в свою чергу закріплений на корпусі 2.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

У штокову порожнину циліндра 3 подається робоче тіло і шток переміщується донизу. За допомогою закріпленого на кінці штоку коромисла кутові важелі 8 рухаються донизу і затискають деталь по зовнішній циліндричній поверхні. Для зняття заготовки всі дії виконуються в зворотньому порядку.

3.1.4. Вибір схеми базування та розрахунок точності базування заготовки

3.1.4.1. Вибір схеми базування

Для забезпечення точності шпонкового пазу повне базування не є обов'язковим. Для цього достатньо позбавити заготовку п'яти ступенів свободи. Дану заготовку поміщаємо у систему координат XOYZ:

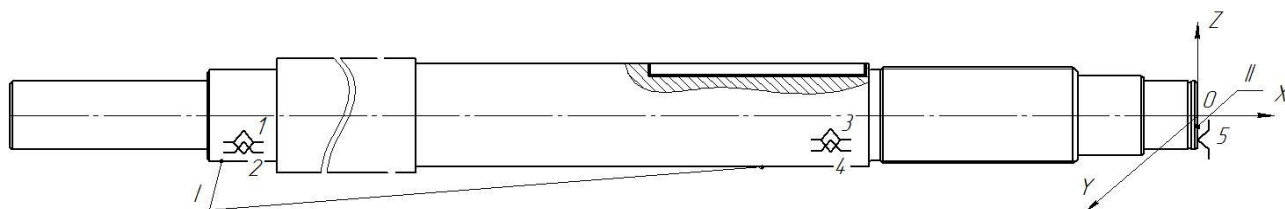


Рис. 8. Принципова схема базування заготовки

1 ... 5 – опорні точки; I та II – бази.

I – Подвійна направляюча база, позбавляє заготовку чотирьох рухів – двох поступальних рухів вздовж вісей OY і OZ, та двох обертальних навколо цих же вісей.

II – Опорна, позбавляє заготовку одного руху – пересування вздовж вісі OX.

3.1.4.2. Розрахунок похибки базування

Базування заготовки в даному пристрої виконується за допомогою двох призм з кутом $\alpha = 90^\circ$ та опори.

Для забезпечення необхідної точності виконання шпонкового пазу розрахуємо похибку базування на розмір: $40_{-0,2}^{+0}$ мм.

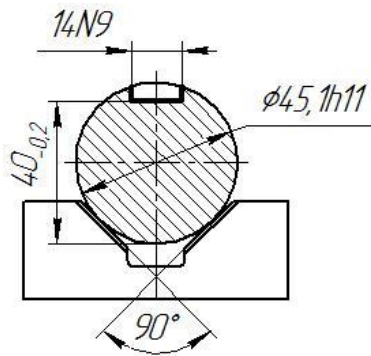


Рис. 9. Ескіз до розрахунку похибки базування

Поверхня валу, що контактує з призмою має допуск $T_d = 0,16\text{мм}$.

Можлива похибка визначається за формулою:

$$\varepsilon = 0,5T_d \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) = 0,5 \cdot 0,16 \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,033\text{мм} \quad (45)$$

Перевіряємо умову забезпечення точності:

$$Td_{40} \geq \varepsilon$$

$$0,2 > 0,033 \text{ (мм)}$$

Отже, похибка базування менша за допуск розміру і точність обробки за цим параметром забезпечена.

3.1.5. Розрахунок сили затиску заготовки та параметрів затискного механізму

3.1.5.1. Розрахунок сили затиску

На заготовку діє сила P_z , яка намагається зсунути її в вісьовому напрямку та повернути її у горизонтальній площині. Цій силі протидіють сила затиску Q та сили тертя $F_{\text{тр}1}$ та $F_{\text{тр}2}$, що діють у місцях контакту заготовки з прихватом та призмою.

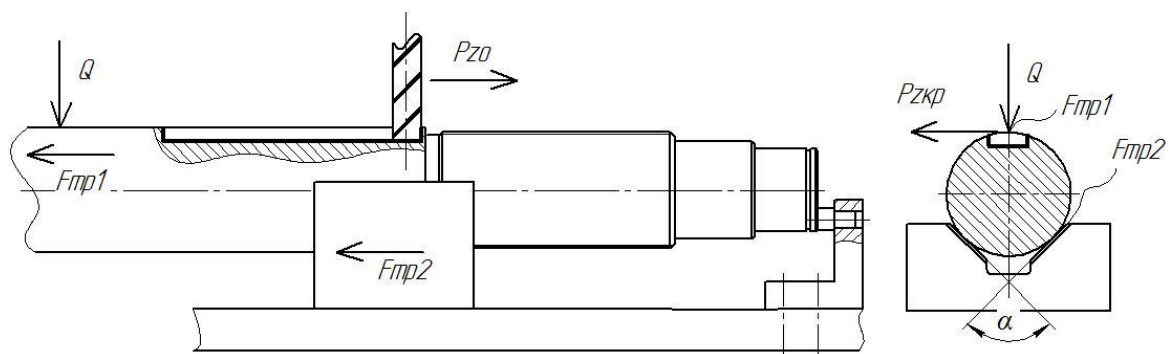


Рис. 10. Схема розташування сил

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Сила для протидії осьовій складовій P_z

$$Q_1 = \frac{K \times P_z \times \sin \frac{\alpha}{2}}{f_1 \times \sin \frac{\alpha}{2} + f_2}, \quad (46)$$

де K – коефіцієнт запасу (стор.85, [11]):

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (47)$$

де ; $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$; $K_5 = 1$;

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5$$

Приймаємо $K = 2,5$

α – кут призми, $\alpha = 90^\circ$; $f_1 = 0,16$; , $f_2 = 0,16$;

P_z (стор.282, [11]):

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (48)$$

де $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$

$t = 0,4$ мм; $S_z = 0,1$ мм/зуб; $B = 14$ мм;

$z = 2$; $D = 14$ мм

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{410}{750} \right)^{0,3} = 0,83 \quad (49)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,4^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 14^1 \cdot 2}{14^{0,86} \cdot 630^0} \cdot 0,83 = 141,9 \text{ Н}$$

$$Q_1 = \frac{2,5 \cdot 141,9 \cdot \sin 45^\circ}{0,16 \cdot \sin 45^\circ + 0,16} = 918,4 \text{ Н}$$

Сила для протидії обертанню заготовки:

$$Q_2 = \frac{K \times P_z}{\frac{D}{2} \left(f_2 + \frac{f_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)} = \frac{2,5 \cdot 141,9}{22,5 \left(0,16 + \frac{0,16}{\sin 45^\circ} \right)} = 40,81 \text{ Н} \quad (50)$$

Отже нижченаведені розрахунки проводимо для більшої сили $Q_1 = 918,4 \text{ Н}$

3.1.5.2. Розрахунок параметрів затискного механізму

Виконуємо розрахунок важільного механізму:

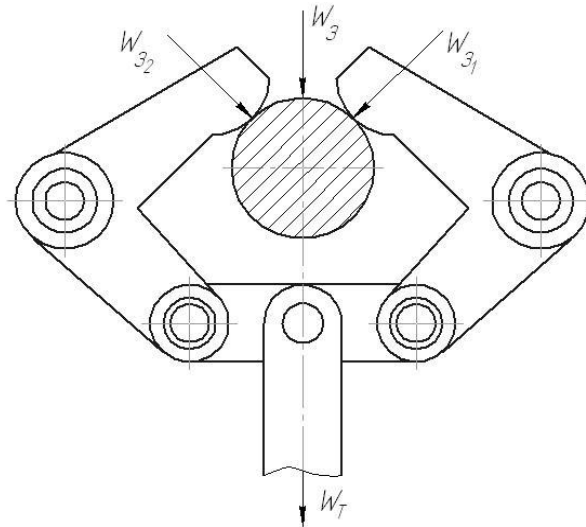


Рис. 11. Схема затиску заготовки

де W_{31} , W_{32} – складові сили затиску;

W_3 – результуюча сила затиску;

W_T – сила на штоці пневмоциліндра.

Зі схеми затиску видно, що складові сили затиску W_{31} і W_{32} діють на заготовку симетрично з різних боків під однаковим кутом. З цього випливає, що напрямок дії їх результуючої W_3 співпадатиме з напрямком сили на штоці пневмоциліндра W_T . Це означає, що величини цих сил рівні між собою: $W_T = W_3$.

Для забезпечення надійного закріплення заготовки:

$$W_T \geq Q_1, \quad (51)$$

$$Q_1 = 918,4 \text{ Н.}$$

$$W_T = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad (52)$$

де $p = 0,4 \text{ МПа}$; $\eta = 0,85$;

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{4} -$$

$$D = \sqrt{\frac{4W_T}{\pi \cdot p \cdot \eta \cdot (1 - \frac{1}{16})}}$$

Тоді

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 918,4}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85 \cdot (1 - \frac{1}{16})}} = 60,6 \text{ мм.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Корегуємо діаметр циліндра за ГОСТ 15608-70: $D = 63\text{мм}$, діаметр штока – $d_{\text{шт}} = 18\text{мм}$.

$$W_T = \frac{3,14 \cdot (63^2 - 18^2)}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 973\text{Н}.$$

Тобто сила затиску складає 973Н

Представимо схему пневмоприводу пристрою:

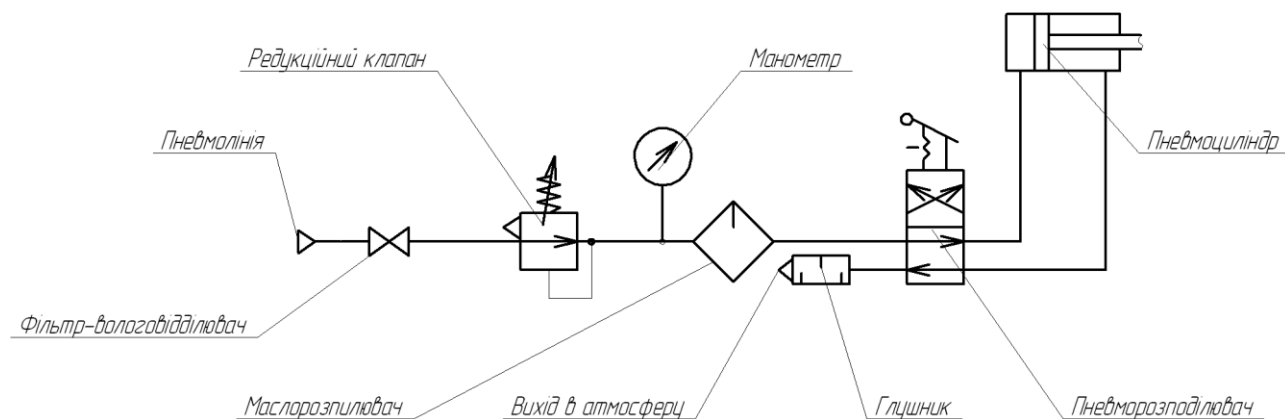


Рис. 12. Схема пневмоприводу управління пристрою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.1.6. Статичне дослідження пристрою

Згідно з даним п. 3.1.5 спеціальний верстатний пристрій для фрезерування пазу $b=14N9\text{мм}$ має забезпечувати надійне закріплення при необхідній силі затиску $918,4\text{Н}$, яку створює пневмоциліндр. Для того, щоб перевірити надійність роботи пристрою виконаємо статичний аналіз збірки (складання) даного технологічного оснащення за допомогою програмного продукту SolidWorks Simulation.

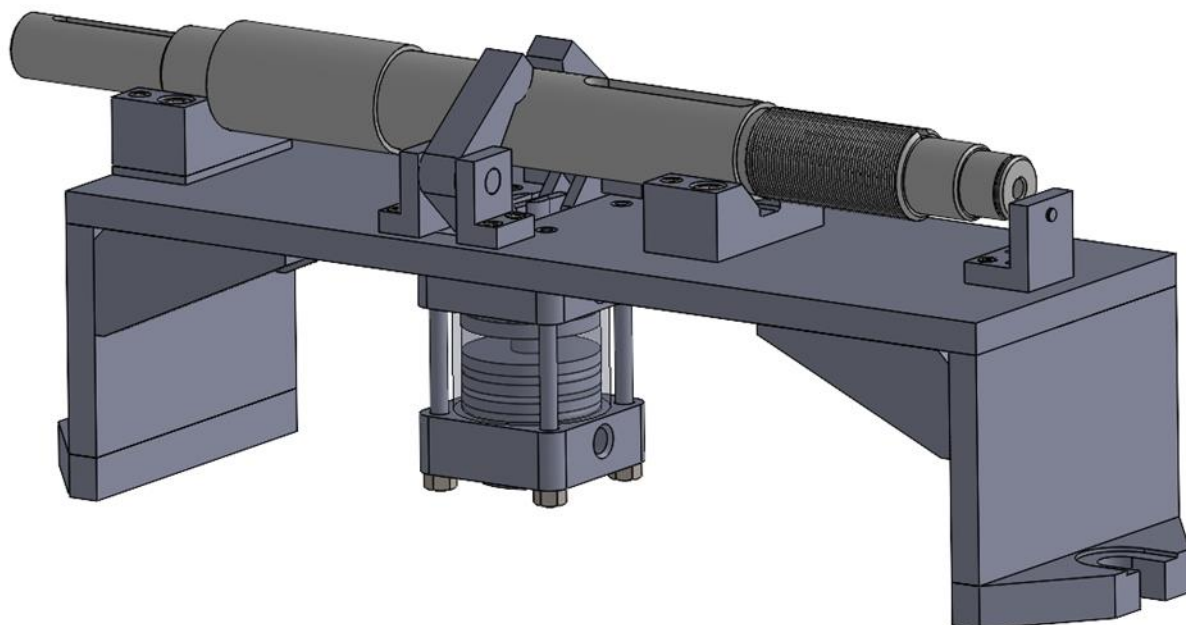


Рис. 13. 3-D модель пристрою для фрезерування шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

Арк.

56

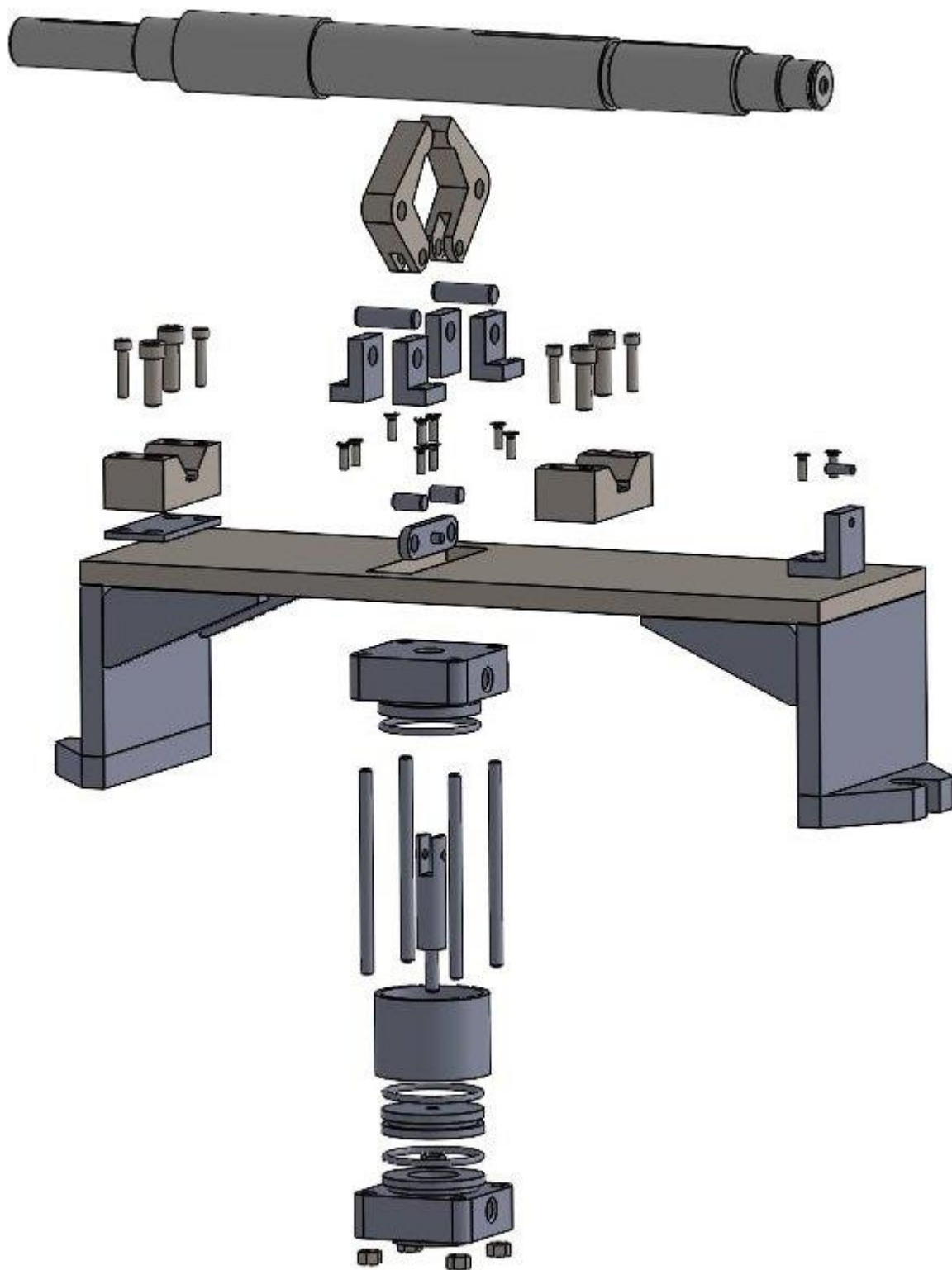


Рис. 14. 3-D модель пристрою для фрезерування шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$ (загальний вигляд з рознесеними складовими вузлами та деталями, що входять до складу пристрою)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

Арк.

57

3.1.6.1. Визначення виду дослідження та тип

В даному випадку обрано статичне лінійне дослідження, так як сила затиску 918,4 Н, яка прикладається на штоці пневмоциліндра, діє повільно та поступово до моменту досягнення максимального значення, при цьому значення сили в майбутньому не змінюється. Вибираємо лінійне навантаження тому що: у моделі відсутні матеріали з фізичною нелінійністю (для матеріалів виконується закон Гука), відсутня конструктивна та контактна нелінійність.

3.1.6.2. Задання матеріалів елементів

За допомогою команди «Parts» програмного продукту SolidWorks Simulation призначаємо матеріал для деталей пристрою (збірки).

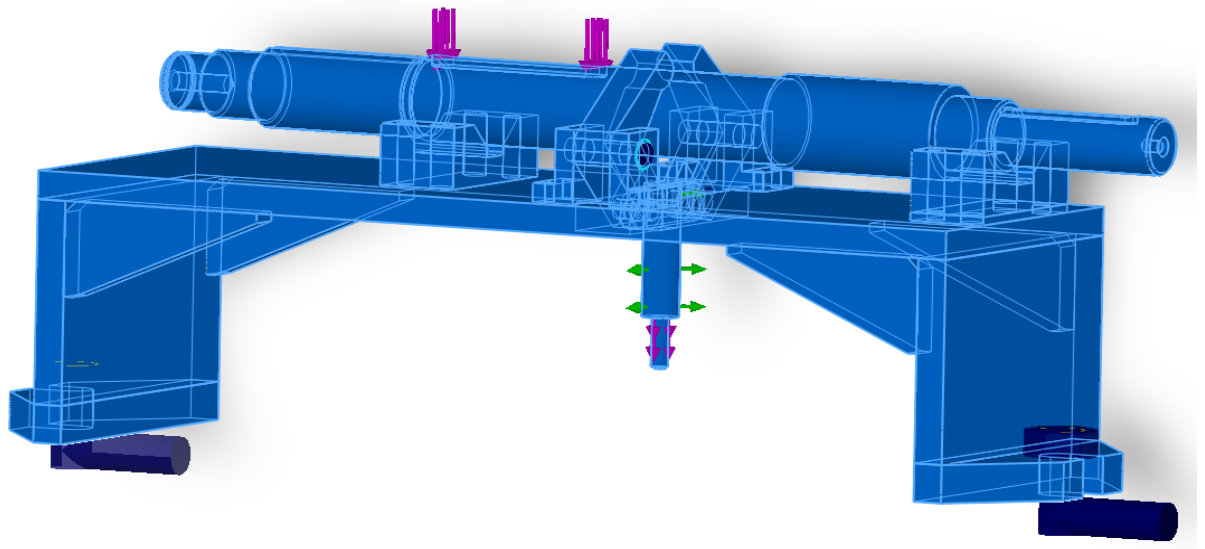


Рис. 15. Схема призначення матеріалу деталей, що входять до складу пристрою для фрезерування шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$, для валу сталь 20, для інших елементів леговану сталь

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Після обрання матеріалу вказуємо місця контактів та з'єднуючі елементи між деталями.

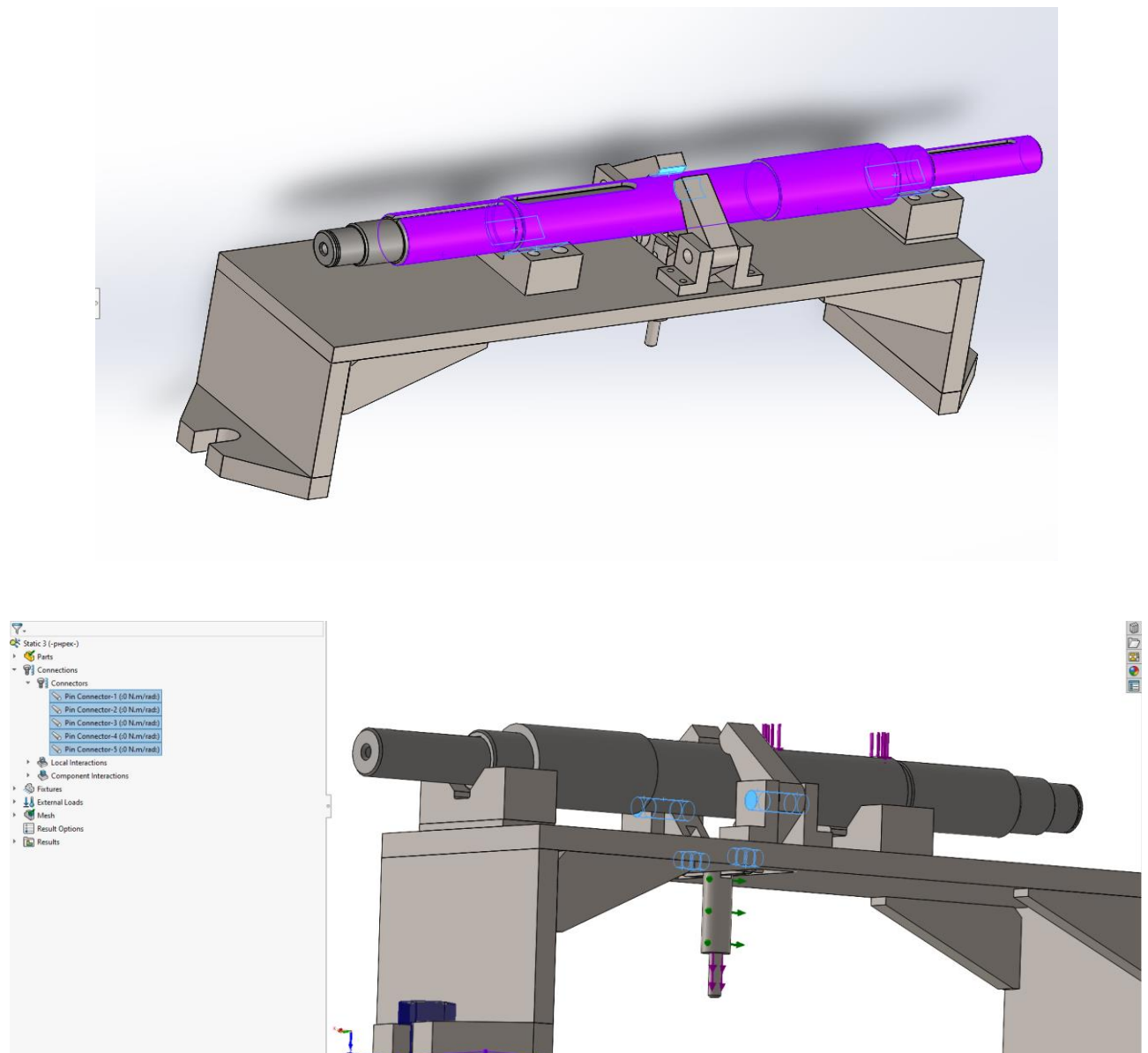


Рис. 16. Схема місць контактів та кріплень між деталями, що входять до складу пристрою для фрезерування шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$

Також вказуємо фіксуючі елементи для пристосування, в нашому випадку фундаментних болтів, та віртуальну площину.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

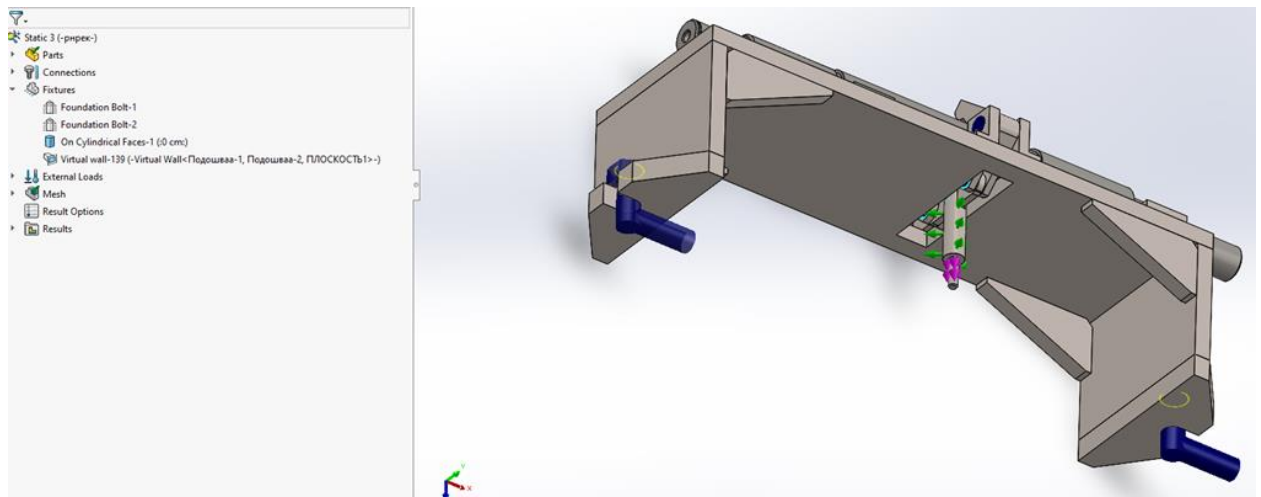


Рис. 17. Схема розташування фіксуючих елементів в пристрої

3.1.6.3. Формування виду навантаження.

Прикладаємо силу затиску, яку розвиває пневмоциліндр 918,4Н. Силу затиску прикладаємо до штоку (виникає всередині пневмоциліндра), шток в свою чергу тягне за собою коромисло, яке передає силу на “лапки опорні” пристрою, також вказуємо силу фрезерування яка діє 141,9Н (рис. 17).

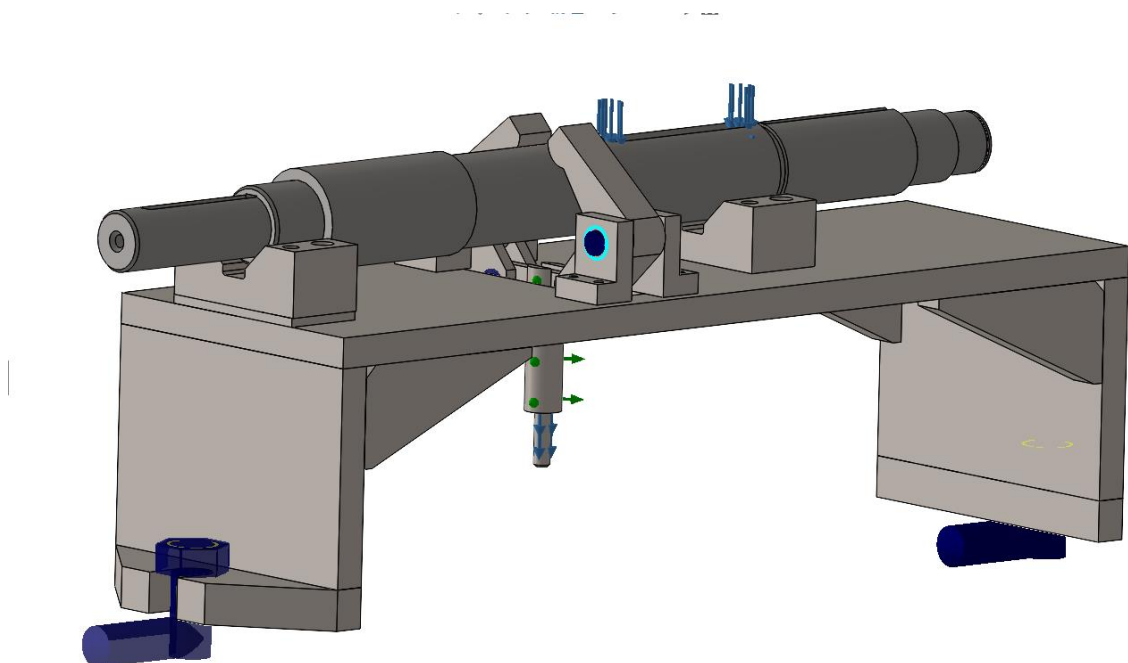


Рис. 18. Прикладання сил

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Для подальшого успішного дослідження потрібно побудувати сітку скінченних елементів. Від розміру скінченного елемента залежить точність та похибка отриманих результатів розрахунку.

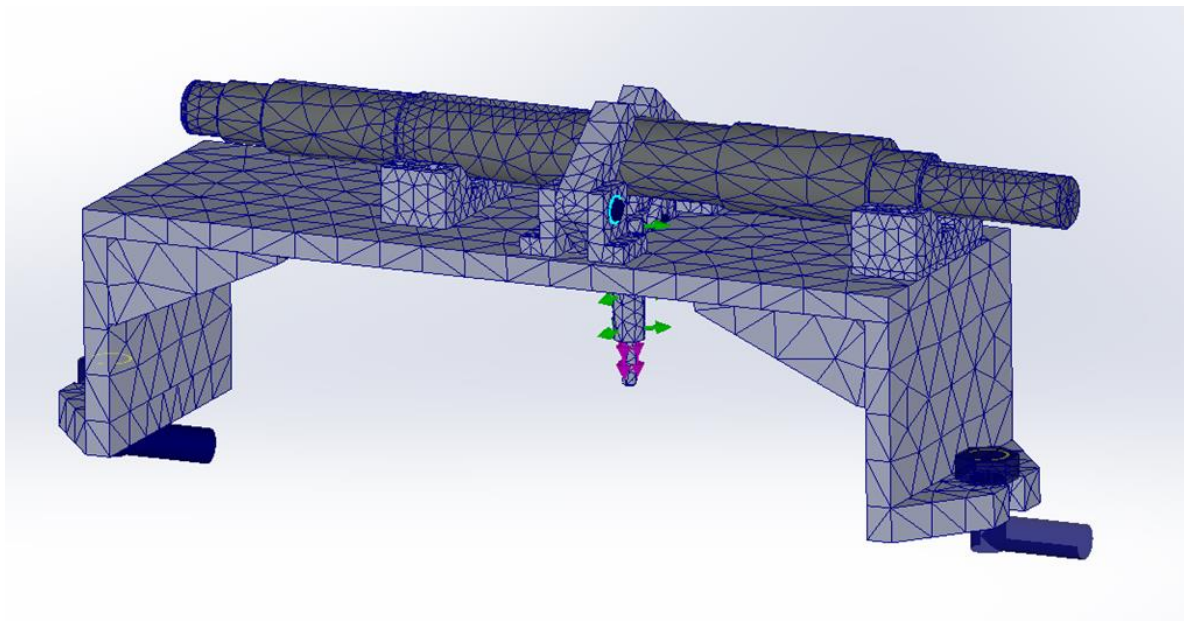
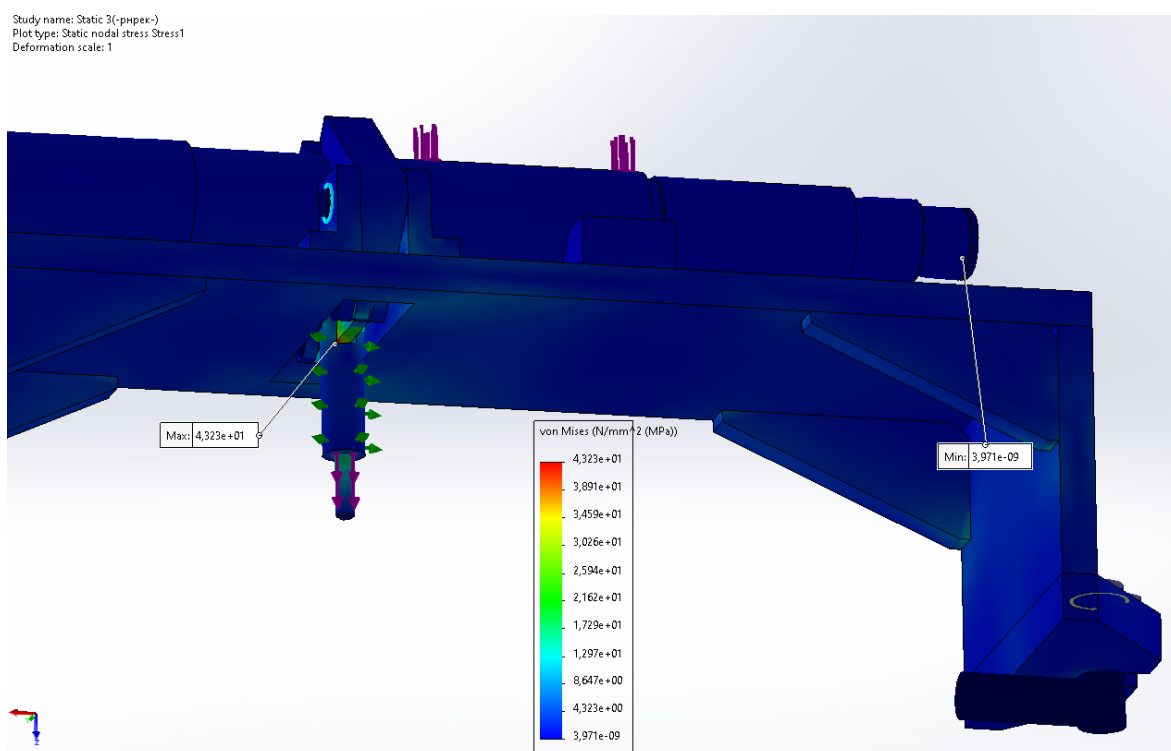


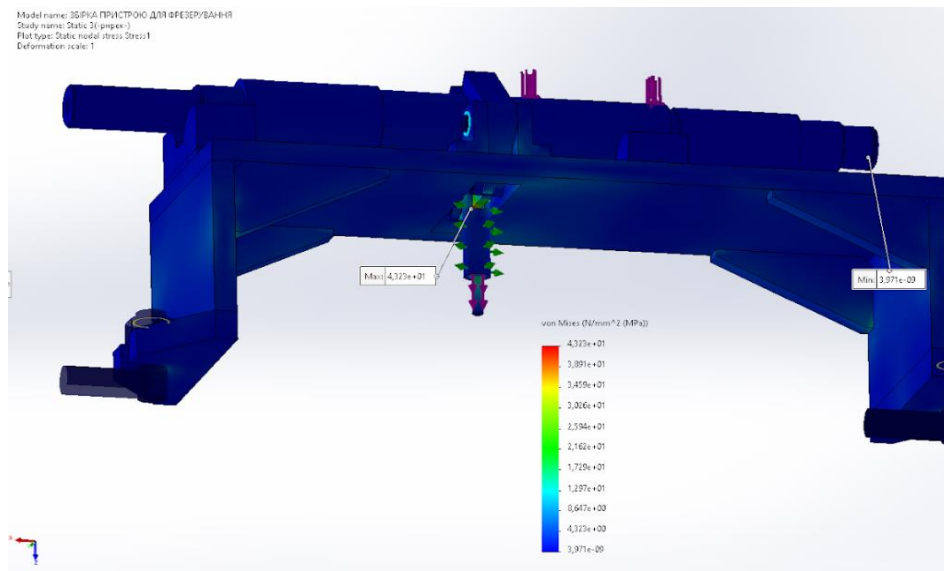
Рис. 19. Загальний вигляд сітки скінченних елементів для пристрою

Після цього запускаємо дослідження та отримуємо результати.

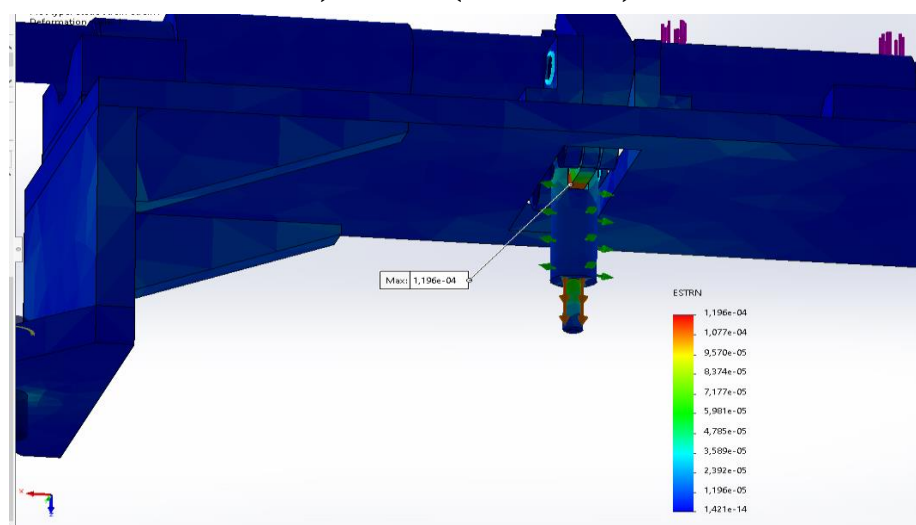


а)

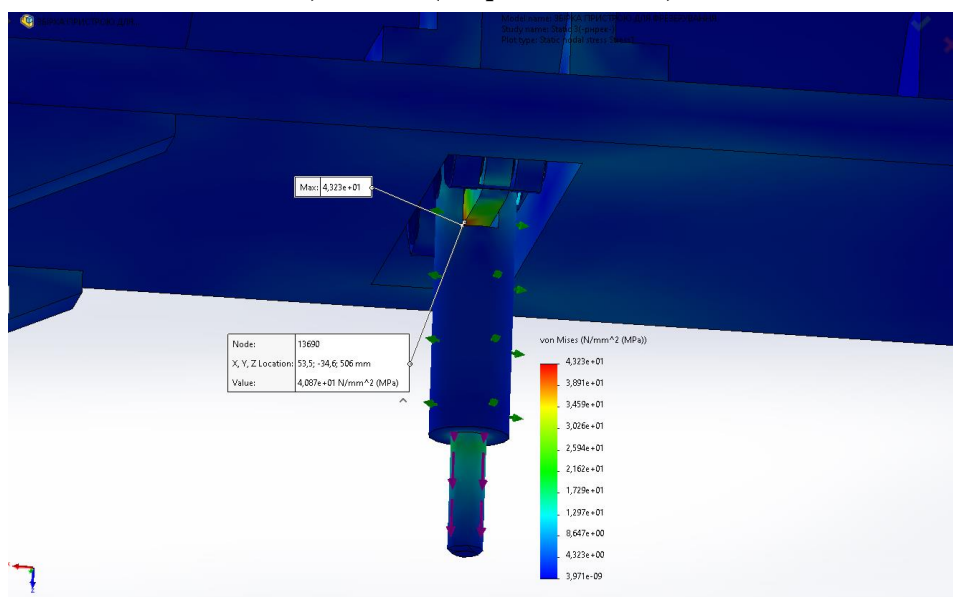
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



б) Stress1(vonMises)



в) Stain1(-Equavalement)



г) Stress1(vonMises)

Рис. 20. Результати статичного лінійного дослідження пристрою (а,б,в,г)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ

Арк.

62

Висновок: під час виконання статичного лінійного дослідження були отримані наступні результати, які наведені на рисунках 20, а,б,в,г. При розгляді 3-D моделі пристрою було визначено, що максимальне значення напруження припадає на коромисло пристосування. Максимальне навантаження на пристрій не перевищує $4,087 \times 10^1$ Н/мм². Згідно рис. 20,г максимальне переміщення деталі пристрою – $4,323 \times 10^{-1}$ мм, відповідно до рис. 20,а.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Проектування спеціального різального інструмента

3.2.1. Розрахунок ріжучого інструменту для обробки шпоночного пазу

b=8N9мм – фрези шпоночної Ø8мм

Ріжучим інструментом для фрезерування пазу обираємо шпоночну фрезу Ø8мм.

3.2.2. Розрахунок та вибір геометричних параметрів фрези шпоночної

1. Задній кут α :

$$\sin \alpha = \frac{I}{a_{\max}^{0,3}}, \quad (53)$$

де $I=0,21$;

$$a_{\max} = S_z = 0,12\text{мм/зуб}$$

$$\sin \alpha = \frac{0,21}{0,12^{0,3}} = 0,3403; \alpha = 19^\circ 54'$$

Тоді за ГОСТ 9140-78: $\alpha = 20^\circ$.

2. Передній кут – $\gamma = 5^\circ$.

3. Передній кут на торці – $\gamma_1 = 0$.

4. Задній кут на торці – $\alpha_1 = 5^\circ$.

5. Кут нахилу гвинтових зубів $\omega = 20^\circ$.

6. На задній поверхні зубців фрези, не більше 0,05мм.

1) Кут нахилу канавки: $\omega = 20^\circ$

2) Передній кут: $\gamma = 5^\circ$.

3) Задній кут: $\alpha = 20^\circ$.

4) Передній кут: $\gamma_1 = 0$.

5) Задній кут: $\alpha_1 = 5^\circ$.

6) Ширина стрічки: 0,05мм.

3.2.3. Вибір та розрахунок конструктивних елементів фрези шпоночної

Вибір виконуємо за ГОСТ 9140-78:

1) Діаметр фрези: $d_{\text{фрези}} = 8\text{мм}$.

2) Діаметр хвостовика: $d_{\text{хвост}} = 8\text{мм}$.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Глибина пазу: $h=4\text{мм}$:

3.1) $\ell = 11\text{мм}$;

3.2) $L = 55\text{мм}$;

3.3) $\ell_1 = 36\text{мм}$.

4) Кількість зубів інструменту: $Z = 2$.

5) Параметри фрези за ГОСТ 9140-78 представимо в табл.17

Таблиця 17

d, мм	d ₁ , мм	h, мм	r, мм	f, мм	f ₁ , мм	f ₂ , мм	α	ω	γ	Крок гвинтової канавки, мм
8	6,4	2,5	0,5	1	0,8	—	20°	20°	5°	69

3.3. Проектування та розрахунок спеціальних засобів технічного контролю

Розраховуємо інструмент для контролю поверхні $\varnothing 30h9\text{мм}$ – калібр-скобу.

3.3.1. Вибір граничних відхилень і граничних розмірів деталі

За ГОСТ 25347-82 граничні відхилення наступні:

$es = 0 \text{ мм.}$

$ei = -0,052 \text{ мм.}$

Граничні розміри:

$$d_{\max} = d + es = 30 + 0 = 30 \text{ мм} \quad (54)$$

$$d_{\min} = d + ei = 30 + (-0,052) = 29,948 \text{ мм} \quad (55)$$

3.3.2. Вибір граничних відхилень контрольно-вимірювального інструменту

По ГОСТ 24853-81 визначаємо параметри.

Для $\varnothing 30\text{мм}$ та 9-го квалітету точності маємо:

$Z_1 = 9\text{мкм} = 0,009\text{мм}; Y_1 = 0 \text{ мкм}; H_1 = 6\text{мкм} = 0,006\text{мм.}$

3.3.3. Побудова схеми розташування полів допусків

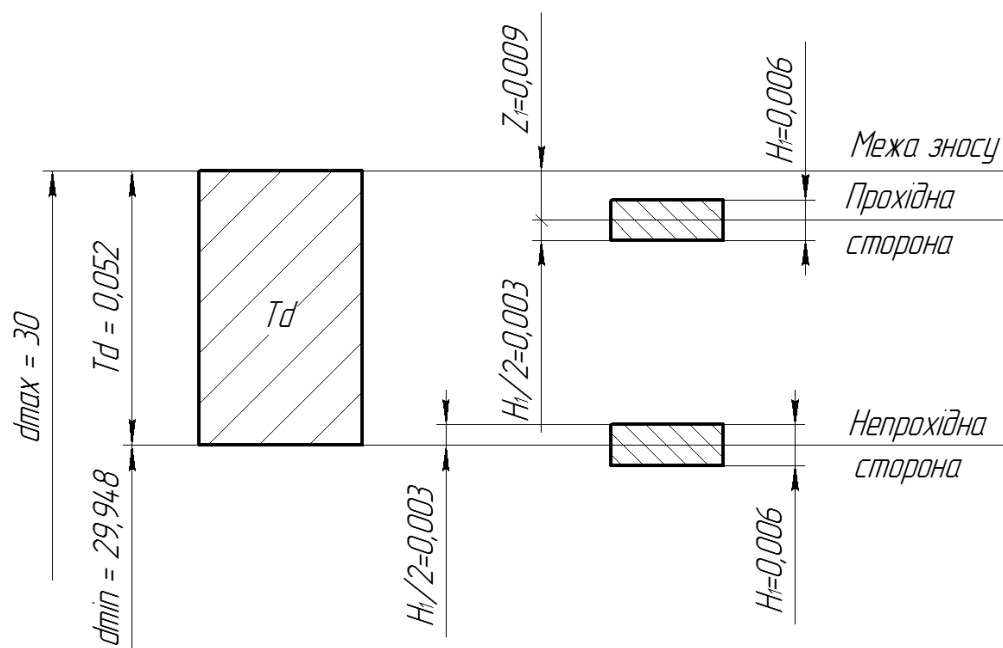


Рис. 21. Схема розташування полів допусків

3.3.4. Розрахунок виконавчих розмірів контрольно-вимірювального інструменту

$$PP_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 30 - 0,009 + \frac{0,006}{2} = 29,994 \text{ мм} \quad (56)$$

$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 30 - 0,009 - \frac{0,006}{2} = 29,988 \text{ мм} \quad (57)$$

$$PP_{\text{изн}} = d_{\max} + Y_1 = 30 + 0 = 30 \text{ мм} \quad (58)$$

$$HE_{\max} = d_{\min} + \frac{H_1}{2} = 29,948 + \frac{0,006}{2} = 29,951 \text{ мм} \quad (59)$$

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 29,948 - \frac{0,006}{2} = 29,945 \text{ мм} \quad (60)$$

Виконавчі розміри:

$$PP = 29,988^{+0,006}_{-0,006} \text{ мм.}$$

$$PP_{\text{изн}} = 30 \text{ мм.}$$

$$HE = 29,945^{+0,006}_{-0,006} \text{ мм.}$$

Висновки

Результатом бакалаврської кваліфікаційної роботи є конструкторсько-технологічні підготовка виготовлення деталі «Вал підйомний», що входить до складу фільтр-пресу камерного ФКМ 500 та проведені технологічні розробки з метою їх впровадження у виробництво на машинобудівному підприємстві, для забезпечення точності обробки деталі, підвищення продуктивності праці, зменшенню собівартості виробу (деталі «Вал підйомний»).

В бакалаврській кваліфікаційній роботі вирішені наступні задачі:

1) на основі проведеного аналізу службового призначення та умов експлуатації складальної одиниці “привід підйому” фільтр-пресу камерного ФКМ 500 та технічних вимог на його виготовлення, а також аналізу технологічності конструкції деталі, розроблені – робоче креслення заданої деталі «Вал підйомний», виконано її 3-D модель та визначені технічні вимоги на виготовлення;

2) за результатами аналізу базового технологічного процесу виробництва деталі «Вал підйомний», а також типових технологічних процесів, розроблено новий технологічний процес виготовлення деталі; проведено вибір форми та встановлено раціональний і ефективний спосіб виготовлення заготовки (порівняно з існуючим варіантом отримання заготовки); вибране сучасне технологічне обладнання з ЧПК і технологічне оснащення з механізованим приводом; розраховані загальні та міжопераційні припуски; спроектовано маршрутну та операційну технології виготовлення деталі та карти наладок; обрано сучасний різальний, вимірювальний та допоміжний інструмент; обрано і розраховано режими різання і технічні норми часу; спроектовано різальний інструмент для фрезерування пазу $b=8N9\text{мм}$ (фрезу шпонкову) та вимірювальний інструмент для контролю поверхні $\varnothing 30h9\text{мм}$ (калібр-скобу); розроблено комплект необхідної технологічної документації.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розроблений в бакалаврській роботі технологічний процес виготовлення деталі «Вал підйомний» відрізняється від існуючого наступним:

- вибрано оптимальний і раціональний метод отримання заготовки (запропонований метод отримання заготовки (штамповкою) дозволяє зменшити припуски на механічну обробку, підвищити точність розмірів заготовки, зменшити собівартість отриманої заготовки та зменшити масу заготовки);

- впроваджено сучасне і ефективне технологічне металорізальне обладнання з ЧПК (зважаючи на середньосерійний тип виробництва деталі), порівняно з базовим (існуючим) технологічним процесом, де використовується універсальне обладнання (характерне для одиничного виробництва);

- для проведення токарної обробки на верстатах з ЧПК застосовано прогресивний різальний інструмент – різці зі змінними непереточуваними різальними пластинами;

- для 020 операції розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою з механізованим приводом для фрезерування шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$, побудовано 3-D модель пристрою та виконано статичне лінійне дослідження на статичну міцність конструкції пристрою методом скінченних елементів в програмному продукті SolidWorks Simulation.

Використання токарних різців зі змінними непереточуваними різальними пластинами твердого сплаву дозволяє застосовувати при обробці більш продуктивні режими різання та підвищити точність і якість обробки.

Використання спеціального верстатного пристрою з механізованим приводом на 020 операції дозволяє забезпечити задану точність обробки шпоночного пазу $b=14N9\text{мм}$, підвищити продуктивність праці, зменшити собівартість виготовлення деталі на даній операції, так як зменшується норма часу на операцію, зменшити можливість виникнення браку.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Роль машинобудування в сучасному світі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://student.kh.ua/rol-mashinobuduvannya-v-suchasno-mu-sviti/>.
2. Технологія_машинобудування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Технологія_машинобудування.
3. Яновський В.А., Полонський Л.Г., Мельничук П.П., Ковальов В.В. Дипломне проектування з технології машинобудування; Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2001. – 146 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів.: Світ, 1996. – 368 с.
5. ДСТУ 4738:2007/ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовий сталевий гарячекатаний. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25378.
6. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин: Підручник – Житомир.: ЖДТУ, 2017. – 266 с.
7. ГОСТ 7505-89 Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски і ковальські напуски. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90816.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування: Підручник. – Житомир.: ЖДТУ, 2005. – 924 с.
9. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 512с.
10. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 / Под ред. А.М.Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерекова, А.Г. Сулова – 5-ое изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 912 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М.Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерекова, А.Г. Сулова – 5-ое изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 944 с.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. Навчальний посібник / Під заг. ред. В.А. Кириловича. – Житомир.: ЖІТІ, 2001. – 600 с.
13. Кащук В.А., Верещагин А. Б. Справочник шлифовщика. – М.: «Машиностроение», 1988 – 480 с.
14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. – М.: «Машиностроение», 1974. – 406 с.
16. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойт и др. / Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
17. Яновський В.А., Сніцар В.Г. Технологічна оснастка. Практичні заняття. Навчально-методичний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 120 с.
18. Карвацький, А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький.
19. Виговський Г.М. Теорія різання: Навчальний посібник. – Житомир.: ЖДТУ, 2006. – 326 с.
20. SolidWorks [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>.

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 00 – ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

										Форма 3																	
Дуб																											
л.																											
Вза																											
м.																											
Підп																											
.																											
										Державний університет “Житомирська політехніка”					МІ 131.00.1/Б 90/с 033 06-МТ										01101. XXXXX		
																									ТЛ		
										Вал підйомний										Н							
Міністерство освіти і науки України КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ обробки деталі “Вал підйомний”																											

Г.М.

Перевірів:

Виговський

Розробив:

Грева Д.В.

ТЛ

														Аркуш	Аркушів	
														1	7	
Розроб.	Грега Д.В.						Державний університет "Житомирська політехніка"			МІ 131.00.2/Б90/с033 06-МГ			10101.XXXXXX			
Перевірив	Виговський Г.М.															
Т. контр.										Вал підйомний						
Н. контр.																
M01	Штамповка ДСТУ ГОСТ 7505:2012/Сталь 20 ДСТУ 7809:2015															
	Код		ОВ	МД	ОН	Н.внтр.	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри		КД	МЗ				
M02	715533		кг	5,8	1		0,81	41211X.XXXXX Штамповка	Ø53,5×547,5		1	7,17				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа								
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А 03	XX	XX	XX	005	4269 Фрезерно-центрувальна			ІОП XXX-XX								
Б 04	381825.XXXX МР-73М					2	18632	412	1Р	1	1	1	40	1	15	1,14
О 05	Фрезерувати два торця, з 2-х сторін, одночасно, витримуючи розмір 543мм; центрувати два торця, з 2-х сторін, одночасно, А4															
06	по ГОСТ 14034-74, витримуючи розміри Ø4мм; Ø8,5мм; 5мм; 3,9мм; ∠60°															
07	Контроль виконувачем															
Т 08	ПР. XXXXXXXX.XXXX Пристрій призматичний при верстаті; РІ. 391255.XXXX Фреза торцова Ø100, Т5К10, 2214-0001, 60ф,															
09	ГОСТ 24359-80; 392110.XXXX Свердло центровочне Ø4 (тип А), 2317-0007, Р6М5, ГОСТ 14952-75; ВІ. 393311.XXXX															
10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89; 393610.XXXX Шаблон на фаску під ∠60°; ДІ. 392800.XXXX															
11	Оправка для торцової фрези ГОСТ 13041-83; 392800.XXXX Патрон свердлувальний ГОСТ 8522-79															
12																
А 13	XX	XX	XX	010	XXXX Токарна з ЧПК			ІОП XXX-XX								
Б 14	381021.XXXX 16К20Ф3					2	15292	212	1Р	1	1	1	40	0,65	61,2	9,06
О 15	Точити торець Ø35h11/Ø30k6 попередньо, витримуючи розміри 22,1мм; точити торець М42×1,5-8g/Ø35h11, витримуючи															
16	розмір 51,5=(23+28,5)мм; точити торець Ø50/Ø45h9, витримуючи розмір 336,5=(23+28,5+90+195)мм; точити поверхню															
17	Ø30k6мм попередньо, витримуючи розміри Ø31,6h14мм і l=22,1мм; точити поверхню Ø35h11мм попередньо, витримуючи															
МК																

										МІ 131.00.2/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX					
Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата	Змін.	Лист	№ докум.	Підпис		Дата					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
01	розміри $\varnothing 36,6 \times 14 \text{ мм}$ і $l=29,4 \text{ мм}$; точити поверхню $\varnothing 44,1 \times 14 \text{ мм}$ під різьбу $M42 \times 1,5-8g$ попередньо з точінням торця																
02	$\varnothing 45 \times 9 / M42 \times 1,5-8g$, витримуючи розмір $l=90 \text{ мм}$; точити поверхню $\varnothing 45 \times 9 \text{ мм}$ попередньо, витримуючи розміри $\varnothing 46,6 \times 14 \text{ мм}$ і																
03	$l=195 \text{ мм}$; точити поверхню $\varnothing 50 \text{ мм}$, <u>напрохід</u> , витримуючи розмір $l=93,1 \text{ мм}$; точити за зовнішнім контуром: торець																
04	$\varnothing 35 \times 11 / \varnothing 30 \times 6$ остаточно, витримуючи розмір $22,6 \text{ мм}$; поверхню $\varnothing 30 \times 6 \text{ мм}$ остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 30,4 \times 11 \text{ мм}$ і																
05	$l=22,6 \text{ мм}$; поверхню $\varnothing 35 \times 11 \text{ мм}$ остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 35,4 \times 11 \text{ мм}$ і $l=28,9 \text{ мм}$; поверхню $\varnothing 41,85_{-0,26} \text{ мм}$ під різьбу																
06	$M42 \times 1,5-8g$ остаточно, витримуючи розмір $l=90 \text{ мм}$; поверхню $\varnothing 45 \times 9 \text{ мм}$ остаточно, витримуючи розміри $\varnothing 45,3 \times 11 \text{ мм}$ і $l=195 \text{ мм}$;																
07	2 фаски $1,2 \times 45^\circ$; фаску $2 \times 45^\circ$; точити канавку $b=1,4 \times 14 \text{ мм}$; витримуючи розміри $\varnothing 28,5 \times 12 \text{ мм}$ і $19,8=(20,2-0,4) \text{ мм}$; точити																
08	канавку $b=5 \text{ мм}$, витримуючи розміри $\varnothing 39,8 \text{ мм}$; 90 мм ; $\angle 45^\circ$; нарізати різьбу $M42 \times 1,5-8g$, витримуючи розмір $l=85 \text{ мм}$																
09	Контроль виконувачем																
Р 10	ПР. 392849.XXXX Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71; 392842.XXXX Центр обертаючийся ГОСТ 8742-75;																
11	XXXXXX.XXXX Люнет рухомий; РІ. 392190.XXXX Різець токарний прохідний підрізний $\varphi=95^\circ$, Т5К10, MWLNР 2525М08,																
12	ТУ 2-035-892-82; 392190.XXXX Різець токарний контурний $\varphi=93^\circ$, Т15К6, РDINР 2525М15, ТУ 2-035-892-82; 392190.XXXX																
13	Різець токарний <u>канавочний</u> ($b=1,4$), Т15К6, 035-2126-1183, ОСТ 2И10-7-84; 392190.XXXX Різець токарний <u>канавочний</u>																
14	($b=3$), Т15К6, 035-2126-1809, ОСТ 2И10-7-84; 392190.XXXX Різець токарний різьбовий, Т15К6, 035-2159-0543, ОСТ 2И10-9-84;																
15	ВІ. 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,05; ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89; 393120.XXXX Калібр-скоба																
16	$\varnothing 30,4 \times 11$ ГОСТ 18360-93; 393120.XXXX Калібр-скоба $\varnothing 35,4 \times 11$ ГОСТ 18360-93; 393120.XXXX Калібр-скоба $\varnothing 45,3 \times 11$																
17	ГОСТ 18360-93; 393141.XXXX Калібр-кільця різьбові $M42 \times 1,5-8g$ 8211-0142 (ПР) ГОСТ 17763-72, 8211-1142 (НЕ) ГОСТ 17764-72;																
18	393610.XXXX Шаблон на фаску $1,2 \times 45^\circ$; 393610.XXXX Шаблон на фаску $2 \times 45^\circ$; 393610.XXXX Шаблон на канавку $b=1,4$;																
19	393120.XXXX Калібр-скоба $\varnothing 28,5 \times 12$; 393610.XXXX Шаблон на канавку $b=5$; 393610.XXXX Шаблон радіусний РШ-1 ГОСТ 4126-82																
20																	
А 21	XX	XX	XX	015	XXXX Токарна з ЧПК			ЮП XXX-XX									
Б 22	381021.XXXX 16K20Ф3						2	15292	212	1Р	1	1	1	40	0,65	37,4	2,45
О 23	Точити торець $\varnothing 40 / \varnothing 30 \times 9$, витримуючи розмір 85 мм ; точити торець $\varnothing 50 / \varnothing 40$, витримуючи розмір 30 мм ; <u>точити поверхню</u>																
МК																	

												Аркуш 3					
										МІ 131.00.2/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX					
Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата	Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
01	Ø30h9мм попередньо, витримуючи розміри Ø31,6h14мм і l=85мм; <u>точити</u> поверхню Ø40мм, витримуючи розмір l=30мм;																
02	<u>точити</u> за зовнішнім контуром: поверхню Ø30h9мм остаточно, витримуючи розміри Ø30,3h11мм і l=85мм; фаску 1,2×45°;																
03	фаску 1×45°																
04	Контроль виконувачем																
Т 05	ПР. 392849.XXXX Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71; 392842.XXXX Центр обертаючийся ГОСТ 8742-75;																
06	XXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 392190.XXXX Різець токарний прохідний підрізний φ=95°, Т5К10, MWLNR 2525M08,																
07	ТУ 2-035-892-82; 392190.XXXX Різець токарний контурний φ=93°, Т15К6, PDINR 2525M15, ТУ 2-035-892-82; ВІ. 393311.XXXX																
08	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89; 393120.XXXX Калібр-скоба Ø30,3h11 ГОСТ 18360-93;																
09	393610.XXXX Шаблон на фаску 1,2×45°																
10																	
А 11	XX	XX	XX	020	XXXX Шпоночно-фрезерувальна			ІОП XXX-XX									
Б 12	381671.XXXX 692Р						2	18632	412	1Р	1	1	1	40	1	17	11,42
О 13	Фрезерувати <u>шпоночний</u> паз b=14N9мм, витримуючи розміри 1мм; l=94мм; 39,7=(39,5+0,2)мм																
14	Контроль виконувачем																
Т 15	ПР. XXXXXXXX.XXXX Пристрій спеціальний; РІ. 391820.XXXX Фреза <u>шпоночна</u> Ø14, 2234-0371, Р6М5, ГОСТ 9140-78;																
16	ВІ. 393180.XXXX Калібр пазовий b=14N9, 8316-6007, ГОСТ 24121-80; 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;																
17	ДІ. 392800.XXXX Патрон цанговий ГОСТ 26539-85																
18																	
А 19	XX	XX	XX	025	XXXX Шпоночно-фрезерувальна			ІОП XXX-XX									
Б 20	381671.XXXX 692Р						2	18632	412	1Р	1	1	1	40	1	17	7,07
О 21	Фрезерувати <u>шпоночний</u> паз b=8N9мм, витримуючи розміри 15мм; l=74мм; 26,15=(26+0,15)мм																
22	Контроль виконувачем																
Т 23	ПР. XXXXXXXX.XXXX Пристрій спеціальний; РІ. 391820.XXXX Фреза <u>шпоночна</u> Ø8, 2234-0363, Р6М5, ГОСТ 9140-78;																
МК																	

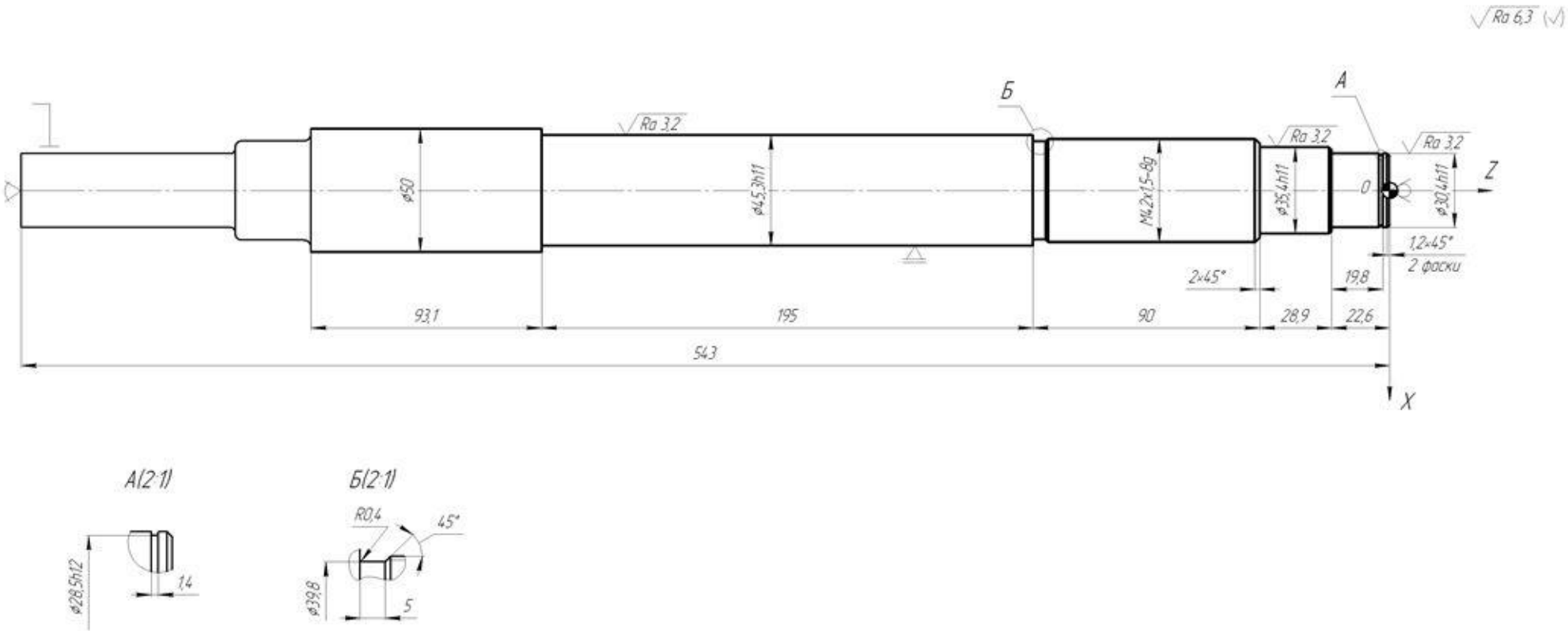
										МІ 131.002/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX					
Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата	Змін.	Лист	№ докум.	Підпис		Дата					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
01	ВІ. 393180.XXXX Калібр пазовий b=8N9, 8316-6004, ГОСТ24121-80; 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-89;																
02	ДІ. 392800.XXXX Патрон цанговий ГОСТ 26539-85																
03																	
А 04	XX	XX	XX	030	XXXX Шпоночно-фрезерувальна			ІОП XXX-XX									
Б 05	381671.XXXX 692Р						2	18632	412	1Р	1	1	1	40	1	17	7,59
О 06	Фрезерувати паз b=6H14мм, витримуючи розміри 28,5мм; l=85=(90-5)мм; 38,5мм																
07	Контроль виконувачем																
Т 08	ПР. XXXXXXXX.XXXX Пристрій спеціальний; РІ. 391820.XXXX Фреза шпоночна Ø6, 2234-0355, Р6М5, ГОСТ 9140-78;																
09	ВІ. 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; ДІ. 392800.XXXX Патрон цанговий ГОСТ 26539-85																
10																	
А 11	XX	XX	XX	032	0190 Слюсарна			ІОП XXX-XX									
Б 12	XXXXXXXX.XXXX Верстак																
О 13	Запилити заусенці по пазам																
14																	
А 15	XX	XX	XX	035	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX									
Б 16	381311.XXXX 3Б161						2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	1,7
О 17	Шліфувати поверхню Ø30k6мм з підшліфовкою торця Ø35h11/Ø30k6 попередньо, витримуючи розміри Ø30,15h8мм і 22,85мм																
18	Контроль виконувачем																
Т 19	ПР. XXXXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра																
20	ГОСТ 13214-79; XXXXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15A40C27K8A																
21	35м/с ГОСТ2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø30,15h8 ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1																
22	ГОСТ 166-89; XXXXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93																
23																	
МК																	

										МІ 131.00.2/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX				
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа								
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.	
А 01	XX	XX	XX	040	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX								
Б 02	381311.XXXX 3Б161				2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	1,55	
О 03	Шліфувати поверхню Ø35h11мм попередньо, витримуючи розміри Ø35,15h11мм і l=28,5мм															
04	Контроль виконувачем															
Т 05	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра															
06	ГОСТ 13214-79; XXXXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А40С27К8А															
07	35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø35,15h11 ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1															
08	ГОСТ 166-89; XXXXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93															
09																
А 10	XX	XX	XX	045	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX								
Б 11	381311.XXXX 3Б161				2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	2,29	
О 12	Шліфувати поверхню Ø45h9мм одноразово, витримуючи розмір l=195мм															
13	Контроль виконувачем															
Т 14	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра															
15	ГОСТ 13214-79; XXXXXXXX.XXXX Люнет рухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×80×203 15А40С27К8А															
16	35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø45h9, 8113-0136, ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль															
17	ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89; XXXXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93															
18																
А 19	XX	XX	XX	050	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX								
Б 20	381311.XXXX 3Б161				2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	1,63	
О 21	Шліфувати поверхню Ø30h9мм одноразово, витримуючи розмір l=85мм															
22	Контроль виконувачем															
Т 23	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра															
МК																

												Аркуш 6					
										МІ 131.002/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX					
Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата	Змін.	Лист	№ докум.	Підпис		Дата					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
01	ГОСТ 13214-79; XXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×100×305 15А40С27К8А																
02	35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø30h9, 8113-0122, ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль																
03	ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89; XXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93																
04																	
А 05	XX	XX	XX	055	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX									
Б 06	381311.XXXX 3Б161						2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	1,84
О 07	Шліфувати поверхню Ø30k6мм з підшліфовкою торця Ø35h11/Ø30k6 остаточно, витримуючи розмір 23мм																
08	Контроль виконувачем																
Т 09	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра																
10	ГОСТ 13214-79; XXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А25СТ17К8А																
11	35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø30k6, 8113-0122, ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль																
12	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; XXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93																
13																	
А 14	XX	XX	XX	060	4131 Круглошліфувальна			ІОП XXX-XX									
Б 15	381311.XXXX 3Б161						2	18873	512	1Р	1	1	1	40	1	17	1,72
О 16	Шліфувати поверхню Ø35h11мм остаточно, витримуючи розмір l=28,5мм																
17	Контроль виконувачем																
Т 18	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXX.XXXX Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра																
19	ГОСТ 13214-79; XXXXXX.XXXX Люнет нерухомий; РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15А25СТ17К8А																
20	35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба Ø35h11, 8113-0127, ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль																
21	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; XXXXXX.XXXX Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93																
22																	
23																	
МК																	

										МІ 131.002/Б90/с033 06-МТ		10101.XXXXXX				
Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата	Змін.	Лист	№ докум.		Підпис		Дата			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документа								
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А 01	XX	XX	XX	065	4121 Вертикально-свердлувальна			ІОП XXX-XX								
Б 02	381212.XXXX 2Н135					2	17335	412	1Р	1	1	1	40	1	20	2,26
О 03	Свердлувати отвір Ø6,8мм під різьбу М8-7Н, витримуючи розмір 30мм; <u>зенкувати фаску 1,6×45°</u> ; <u>нарізати різьбу М8-7Н</u> в															
04	отворі, витримуючи розмір 20мм															
05	Контроль виконувачем															
Т 06	ПР. XXXXXXXX.XXXX Пристрій спеціальний; РІ. 391242. XXXX Свердло Ø6,8; 2φ=118°, Р6М5, 2300-0309, ГОСТ 10902-77;															
07	391630.XXXX Зенківка Ø20, 2φ=90°, Р6М5, 2353-0134, ГОСТ 14953-80; 391330.XXXX Мітчик М8-7Н, Р6М5, 2621-1221,															
08	ГОСТ 3266-81; ВІ. 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; 393140. XXXX Калібр-пробка різьбова М8-7Н,															
09	8221-3036 (ПР, НЕ) ГОСТ 17758-72; 393610.XXXX Шаблон на фаску 1,6×45°; ДІ. XXXXXXXX.XXXX Патрон свердлувальний															
10	ГОСТ 8522-79; XXXXXXXX.XXXX Втулки перехідні ГОСТ 13598-80; XXXXXXXX.XXXX Патрон різьбонарізний ГОСТ 14077-83															
11																
А 12	XX	XX	XX	070	XXXX <u>Мієчна</u>			ІОП XXX-XX								
Б 13	XXXXXXX.XXXX <u>Мієчна машина</u>															
14																
А 15	XX	XX	XX	075	0220 Контрольна			ІОП XXX-XX								
Б 16	XXXXXXX.XXXX Контрольна плита															
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
МК																

							Аркуш	Аркушів
							1	1
Розроб.	Грега Д.В.			Державний університет "Житомирська політехніка"	МІ 131.00.2/Б90/с03306-МТ		20146.XXXXXX	
Перевір.	Виговський Г.М.							
Т. контр.				Вал підйомний				010
Н. контр.								



H14;h14;±IT14/2

										Аркуш	Аркушів		
										1	3		
<u>Розроб.</u>	Грега Д.В.			Державний університет "Житомирська політехніка"	МІ 131.00.2/Б90/с03306-МТ				60146.XXXXXX				
<u>Перев.</u>	Виговський Г.М.												
<u>Т. контр.</u>				Вал підйомний						№ опер.			
<u>Н. контр.</u>										010			
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОВД			
Токарна з ЧПК		Сталь 20 ГОСТ 1050-88		НВ 123-167	кг	5,8	Ø53,5×547,5		7,17	1			
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		Та	Тд	Тп.з.	Тшт.	МОР					
16K20Ф3, НЦ-31		—		4,82	4,65	61,2	9,06	Емульсія					
Р				Ш		D або B		L	t	i	s	n	V
О 01	1. Встановити, закріпити заготовку												
Т 02	ПР.392849.XXXX Патрон поводковий самозатискний ГОСТ 2571-71; 392842.XXXX Центр обертаючий ГОСТ 8742-75;												
03	XXXXXX.XXXX Люнет рухомий												
04													
О 05	2. Точити торець Ø35h11/Ø30k6 попередньо, витримуючи розміри 22,1мм; точити торець М42×1,5-8g/Ø35h11, витримуючи												
06	розмір 51,5=(23+28,5)мм; точити торець Ø50/Ø45h9, витримуючи розмір 336,5=(23+28,5+90+195)мм; точити поверхню												
07	Ø30k6мм попередньо, витримуючи розміри Ø31,6h14мм і l=22,1мм; точити поверхню Ø35h11мм попередньо, витримуючи												
08	розміри Ø36,6h14мм і l=29,4мм; точити поверхню Ø44,15h14мм під різьбу М42×1,5-8g попередньо з точінням торця												
09	Ø45h9/М42×1,5-8g, витримуючи розмір l=90мм; точити поверхню Ø45h9мм попередньо, витримуючи розміри Ø46,6h14мм і												
10	l=195мм; точити поверхню Ø50мм, <u>напрохід</u> , витримуючи розмір l=93,1мм												
Т 11	РІ. 392190.XXXX Різець токарний прохідний підрізний φ=95°, Т5К10, MWLNR 2525М08, ТУ 2-035-892-82; ВІ. 393311.XXXX												
12	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,05; ШЦ-III-630-0,1 ГОСТ 166-89												
Р 13				1	Ø38,5	7,5	0,8	1	0,6	630	76,2		
14				1	Ø48,5	9,9	1,7	1	0,6	500	76,2		
15				1	Ø53,5	7,5	2,1	1	0,6	400	67,2		
16				1	Ø31,6	26,1	0,95	1	0,5	1250	124		
17				1	Ø36,6	33,4	0,95	1	0,6	630	72,4		
ОК													

													Аркуш 3		
№ опер.											МІ 131.00.2/Б90/с03306-МТ		60146.XXXXXX		
010	<u>Зм.</u>	<u>Лист</u>	<u>№ докум.</u>	<u>Підпис</u>	<u>Дата</u>	<u>Зм.</u>	<u>Лист</u>	<u>№ докум.</u>	<u>Підпис</u>	<u>Дата</u>					
Р							Ш	Д або В	L		t	i	s	n	V
О 01	5. Точити канавку b=5мм, витримуючи розміри Ø39,8мм; 90мм; ∠45°														
Т 02	РІ. 392190.XXXX Різець токарний <u>канавочний</u> (b=3), Т15К6, 035-2126-1809, ОСТ 2И10-7-84; ВІ.393311.XXXX Штангенциркуль														
03	ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89; 393610.XXXX Шаблон на канавку b=5; 393610.XXXX Шаблон радіусний РШ-1														
04	ГОСТ 4126-82														
Р 05							4	Ø39,8	4/2		3	2/1	0,0875	1000	124,9
06															
О 07	6. Нарізати різьбу М42×1,5-8g; витримуючи розмір l=85мм														
Т 08	РІ. 392190.XXXX Різець токарний <u>різбовий</u> , Т15К6, 035-2159-0543, ОСТ 2И10-9-84; ВІ. 393311.XXXX Штангенциркуль														
09	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; 393141.XXXX Калібр-кільця різбові М42×1,5-8g 8211-0142 (ПР) ГОСТ 17763-72, 8211-1142 (НЕ)														
10	ГОСТ 17764-72														
Р 11							5	Ø42	89,5		–	2	–	800	105,5
12															
О 13	7. <u>Зняти деталь</u>														
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
ОК															

											Аркуш	Аркушів	
											1	1	
Розроб.	Грега Д.В.			Державний університет "Житомирська політехніка"	МІ 131.002/Б90/с03306-МТ				60140.XXXXXX				
Перев.	Виговський Г.М.												
Т. контр.				Вал підйомний						№ опер.			
Н. контр.										055			
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОВД			
Круглошліфувальна		Сталь 20 ГОСТ 1050-88		НВ 123-167	кг	5,8	Ø53,5×547,5		7,17	1			
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		То	Тд	Тп.з.	Тшт.	МОР					
3Б161		—		0,28	1,02	17	1,84	Емульсія					
Р				Ш		D або B		L	t	i	S _{рад}	n _{кр} /n _д	V _{кр} /V _д
О 01	1. Встановити, закріпити заготовку												
Т 02	ПР.XXXXXX.XXXX Поводкова планшайба; XXXXXXXX.XXXX Хомутик ГОСТ 2578-70; 392840.XXXX Центра ГОСТ 13214-79												
03	XXXXXX.XXXX Люнет нерухомий												
04													
О 05	2. Шліфувати поверхню Ø30k6мм з підшліфовкою торця Ø35h11/Ø30k6 остаточно, витримуючи розмір 23мм												
Т 06	РІ. 398110.XXXX Круг шліфувальний ПП 500×40×203 15A25СТ17К8А 35м/с ГОСТ 2424-83; ВІ. 393120.XXXX Калібр-скоба												
07	Ø30k6, 8113-0122, ГОСТ 18360-93; 393311.XXXX Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; XXXXXXXX.XXXX Зразки												
08	шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93												
Р 09						Ø30	23	0,075	—	0,001	1240/400	32,5м/с/38м/хв	
10													
О 11	3. Зняти деталь												
12													
13													
14													
15													
16													
17													
ОК													

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A				Складальне креслення	1	
1						
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Пневмоциліндр	1	
				<u>Деталі</u>		
		3		Важіль кутовий	2	
		4		Кронштейн	1	
		5		Кронштейн	1	
		6		Коромисло	1	
		7		Вісь	4	
		8		Вісь	1	
		9		Вісь	1	
		10		Підкладка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Гвинт 2 ÷ 4 ÷ 0,75-8g ÷ 20.58.35 ÷ 01	10	
				ГОСТ 11738-84		
		12		Гвинт М10-6gx35.30ХГСА ГОСТ11738-84	4	
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МІ 131.00.2/Б 90/с 033 03	
Виконав	Грева				Пристрій для фрезерування шпоночного пазу b=14N9	Літ.
Перев.	Виговський					Аркуш
						Аркушів
					Н	1
					Державний університет	

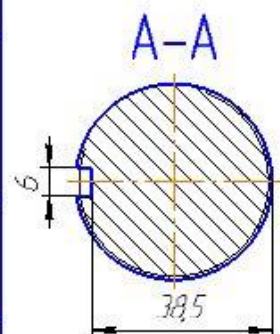
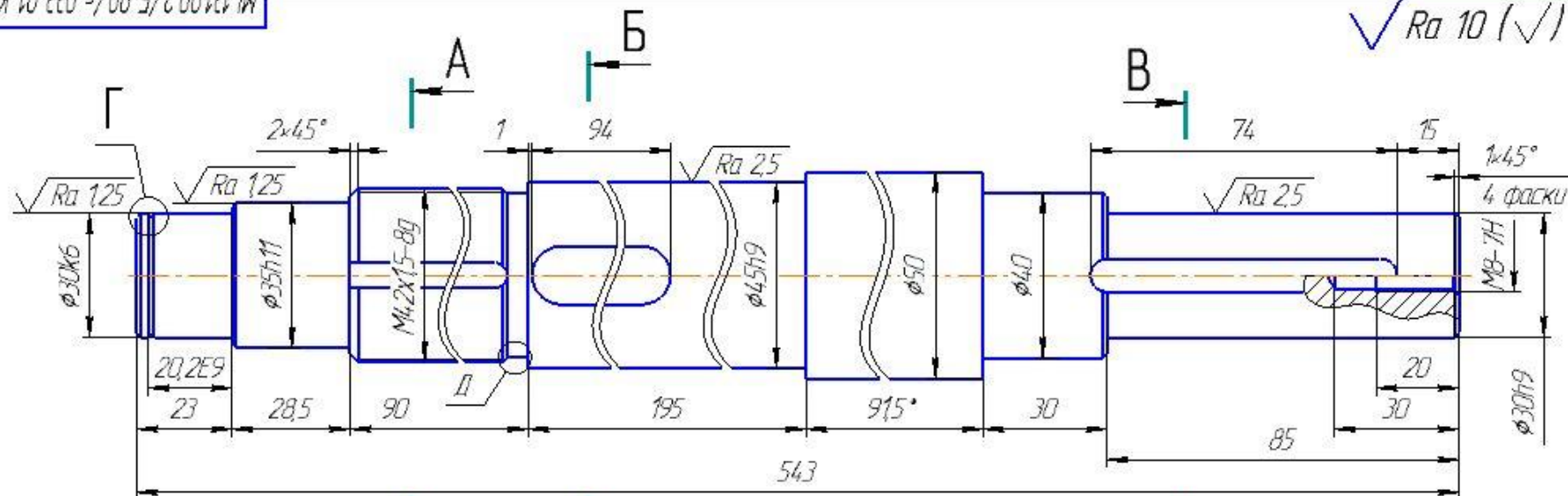
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	А3				Документація		
					Складальне креслення		
					Стандартні вироби		
			1		Гайка М3.5.06	2	
					ГОСТ 5916-70		
			2		Гвинт М3×10.46.06	2	
					ГОСТ 1491-80		
			3		Накладка 8056-0015	2	
					ГОСТ 18369-73		
			4		Скоба 8113-0140	1	
			ГОСТ 18362-73				
Подп. и дата	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	MI 131.00.2/Б 90/с 033 05 Калібр-скоба φ30h9		
Инв. № подл.	Разраб. Проб.	Грєва Виговський	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Н.контр. Утв.					Н	1	1
					Державний університет "Житомирська політехніка" ПМК-27		

Копировал

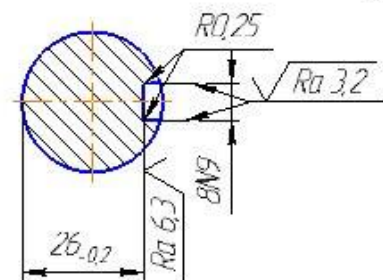
Формат А4

М 131.00.2/Б 90/с 033 01-КД

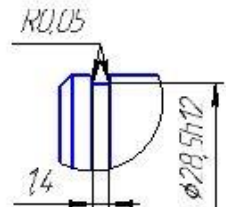
$\sqrt{Ra 10 (\checkmark)}$



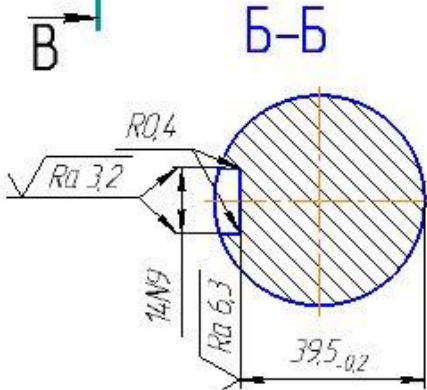
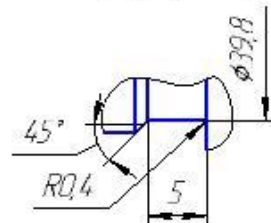
B-B



$\Gamma(2,5:1)$



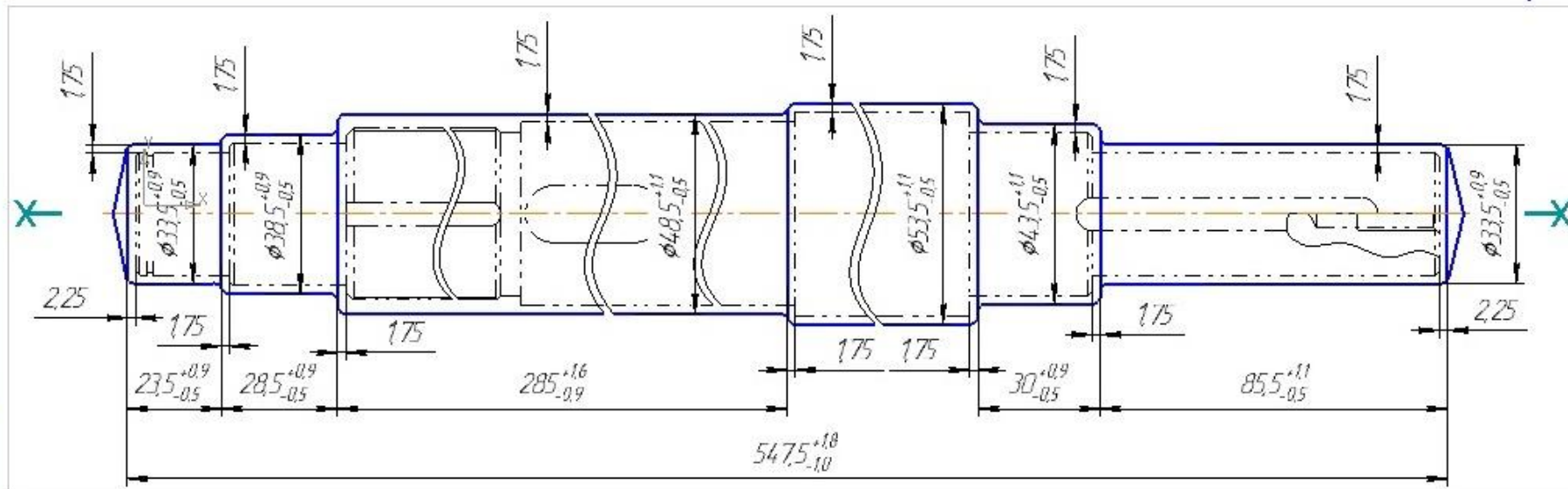
$\Delta(2,5:1)$



1 *Розмір для довідок
2 H14, h14, $\pm IT14/2$

МІ 131.00.2/Б 90/с 033 01-КД			
Назва	№ докум.	Лист	Всього
Розроб	Григор		
Проб	Виготовський		
Т.контр			
Н.контр			
Чит			
Вал підйомний		Лист	Листів
Сталь 20 ДСТУ 7809:2015		1	1
Державний університет "Житомирська політехніка" ПРЖ-27			

МІ 131.00.2/Б 90/с 033 02-К3



- 1 Клас точності штамповки – Т3
- 2 Група сталі штамповки – М1
- 3 Ступінь складності штамповки – С1
- 4 Вихідний індекс – 10
- 5 Твердість 123...167 НВ
- 6 Радіуси заокруглень – R3мм
- 7 Штамповочні нахили – 5°
- 8 Допустима величина зміщення по поверхні роз'єму штампку – до 0,6мм
- 9 Допустима глибина зовнішніх дефектів – до 0,5 фактичного припуску

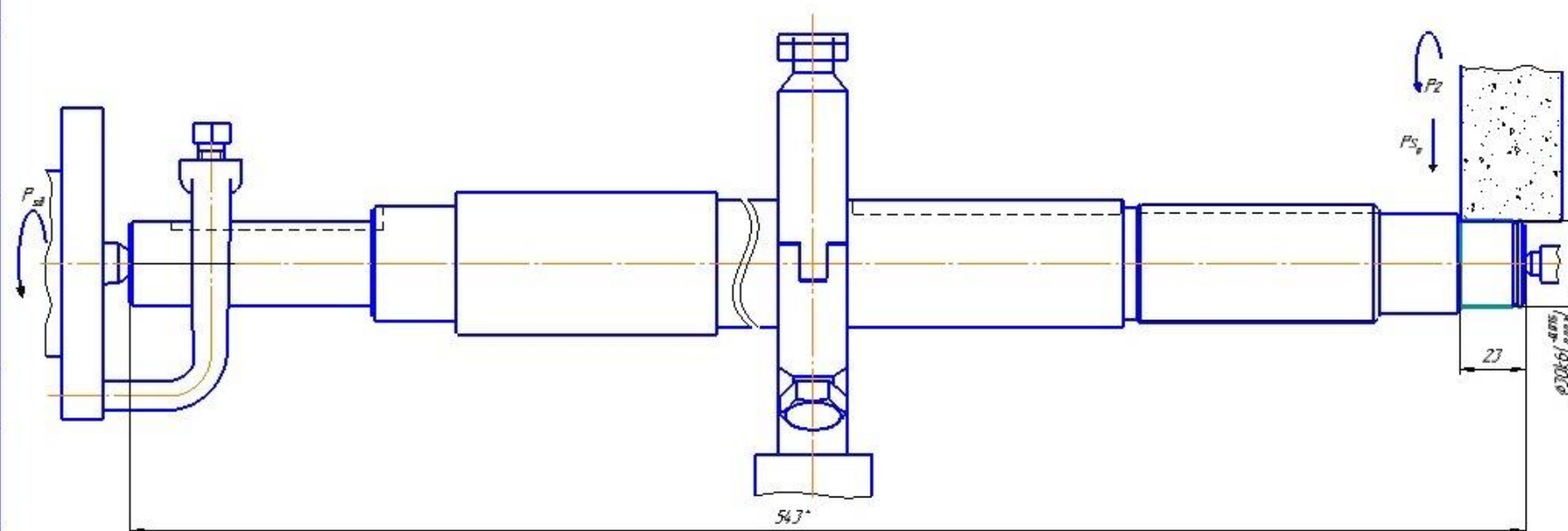
МІ 131.00.2/Б 90/с 033 02-К3			
Вик. Лист	№ докум.	Ізв'яз	Витв.
Розроб	Греб		
Проб	Виготовський		
І.контр			
І.контр			
Чтб			
Вал підйомний (штамповка)			
Сталь 20 ДСТУ 7809:2015			
Лист	Маси	Пасив	
Н	7,11	11	
Державний університет "Житомирська політехніка", ПМЖ-27			

Копія

Лист 1

Карта наладки на О55 круглошліфувальну операцію
 Обладнання: круглошліфувальний верстат моделі ЗБ161
 Технологічне оснащення: жорсткі центри ГОСТ 13214-79 (2 шт),
 хомутки повідкові ГОСТ 2578-70, люнет нерухомий

√125



1 - Розмір для відвідок
 2. НН, НН, ± 17%

Зміст операції	Ріжучий інструмент	Контрольно-вимірний інструмент	Режиму різання					
			l, мм	Sr, мм/об	Vкр/Vф, м/с м/хв	Pr/Ph, кВт хв'	Ta, хв	Tф, хв
Шліфувати поверхню Ø30k6 мм з підшліфкою торця Ø35h11/Ø30k6 остаточна витримуючи розмір 27 мм	Круг шліфувальний ПП 500х40х203 15A25CT17K8A 35м/с ГОСТ 2424-83	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Калібр-скоба Ø30k6 810-0122 ГОСТ 18760-97 Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-97	0,075	0,001	325/38	1240/400	0,28	1,02

МІ 13100.2/Б 90/с 033 09-КН					
Вид операції	№ документа	Підп.	Віст.	Лист	Маса
Розроб.	Затверд.	Відп.	Віст.	Лист	Маса
Проєкт.	Відп.	Віст.	Лист	Лист	Маса
Викон.	Відп.	Віст.	Лист	Лист	Маса
Віст.	Відп.	Віст.	Лист	Лист	Маса

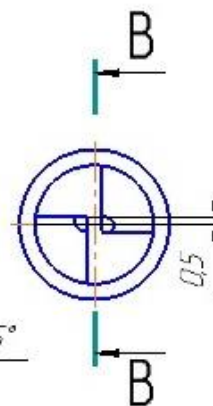
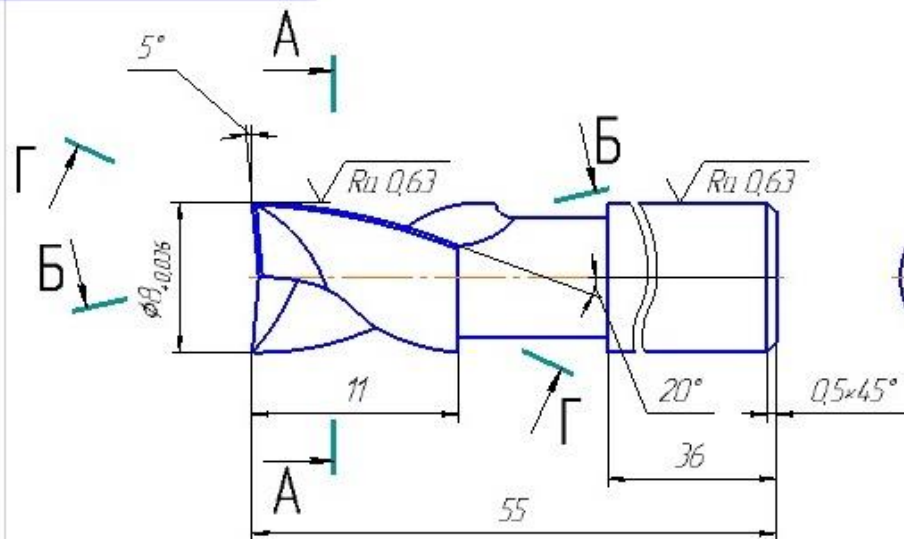
Лист 1

Лист 1



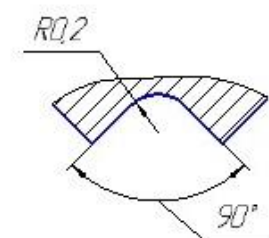
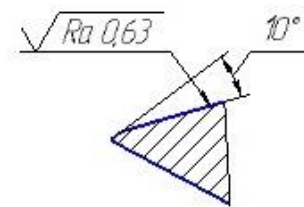
MI 131.00.2/Б 90/с 033 04-РІ

✓ Ra 6,3 (✓)

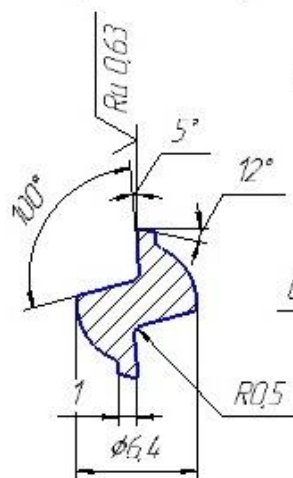


Г-Г (збільшено)

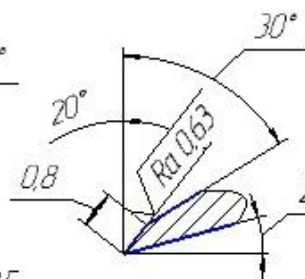
Д-Д (збільшено) ○



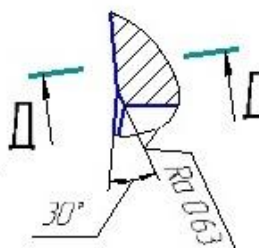
А-А (збільшено)



Б-Б (збільшено)



В-В (збільшено)



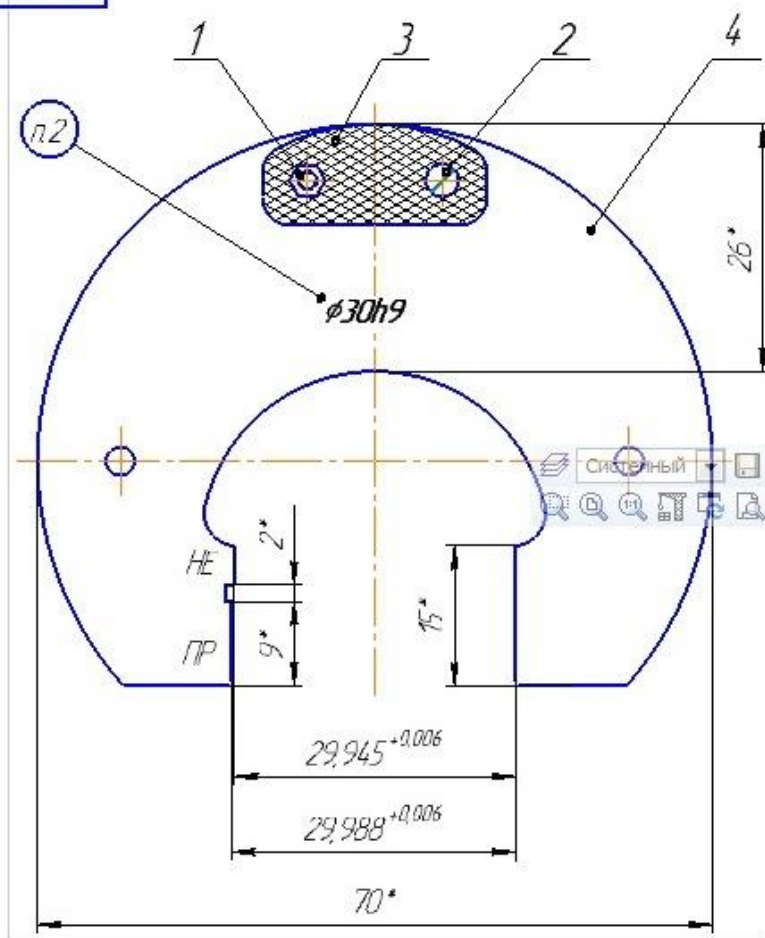
1. Матеріал ріжучої частини – Р6М5 ГОСТ 19265-73, хвостової частини – сталь 45 ГОСТ 1050-88.
2. Твердість робочої частини фрези – 63.66 HRC, хвостової частини – 32.52 HRC.
3. H14, h14, $\pm \frac{IT_{14}}{7}$.
4. Допуск радіального біття ріжучих краєк зубців фрези відносно вісі фрези – не більше 0.02 мм.
5. Допуск торцевого біття ріжучих краєк зубців фрези відносно вісі фрези – 0.03 мм.
6. Зворотня конусність діаметра фрези (на довжині робочої частини) не більше 0.02 мм.
7. Маркувати товарний знак заводу виробника, діаметр робочої частини (Ø8), поле допуску шпоночного пазу (N9), марку сталі ріжучої частини (Р6М5), позначення фрези шпоночної (0363).

MI 131.00.2/Б 90/с 033 04-РІ			
Вид	Лист	№ докум	Підп
Розроб	Греба		
Проб	Виготовський		
І.контр			
І.контр			
Утв			
Фреза шпоночна Ø8		Лист	Масштаб
		4	0.02 4:1
		Лист	Листов
			1
		Державний університет "Житомирська політехніка", ПМК-27	

Крилатий

додаток А3

МІ 131.00.2/Б 90/с 033 05-СК



1 Розміри для довідок
2 Маркування згідно ГОСТ 2015-84 з додатковим позначенням калібр-скоби: $\phi 30h9$, ПР, НЕ та товарний знак заводу-виробника

МІ 131.00.2/Б 90/с 033 05-СК				Лист	Масштаб
Вик. Лист	№ докум.	Подп.	Витяг	н	0,18
Розроб.	Гриба				21
Проб.	Виготовський			Лист	Листов 1
Т.контр.				Державний університет "Житомирська політехніка" ПФЖ-27	
Н.контр.				Формат А3	
Чтб.					

Копіювання

