

**Відокремлений структурний підрозділ  
«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»**

*Відділення бакалаврату*

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

*Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»*

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної (роботи)

*перший (бакалаврський)*

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

*виготовлення валу 2490-76-80*

Виконав: студент IV курсу, групи ГМск2-016

напряму підготовки (спеціальності)

*134 – Галузеве машинобудування*

*(Галузеве машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Мірошніченко В.О.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Класичний фаховий коледж Сумського державного університету**

Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ВСП КФКСумДУ

\_\_\_\_\_ Т.В.Гребеник

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ**

**ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ 1050.003.00.001**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування

(Галузеве машинобудування)

Студент

Мірошніченко В.О.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Відокремлений структурний підрозділ**

**«Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»**

Інститут, факультет Відділення бакалаврату  
Кафедра Циклова комісія «Бакалаврат інженерних спеціальностей»  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Напрямок підготовки 133 – Галузеве машинобудування (Галузеве машинобудування)  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор ВСП КФКСумДУ

\_\_\_\_\_ Т.В.Гребеник

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Мірошниченко Владислав Олексійович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення валу 2490-76-80

керівник проекту Приходько Олександр Миколайович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «06» березня 2024 року № 43-ст

Строк подання студентом проекту (роботи) «10» червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_  
*Креслення деталі «вал 2490-76-80»*

*Річний обсяг випуску деталей – 5000 шт.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі*

*4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі*

*4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації*

*4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі*

*4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку*

*4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	27.04.2024	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	29.04.2024	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	30.04.2024	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	02.05.2024	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	04.05.2024	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	19.05.2024	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	25.05.2024	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	28.05.2024	
9	<i>Оформлення креслень</i>	29.05.2024	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	05.06.2024	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	08.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Мірошніченко В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Записка: 63 с., 17 табл., 14 рис., 71 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – Вал 4.2898-21-02

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення валу 2490-79-80.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: фрезерно-центрувальна та шпонково-фрезерна. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування, карта налагодження, верстатний пристрій з пневмоприводом та маршрутний технологічний процес виготовлення валу 2490-79-80

ВАЛ, ЛАНЦЮГОВИЙ КОВШОВИЙ КОНВЕЄР, РЕДУКТОР, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИПУСКИ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ШПОНКОВА ФРЕЗА.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	10
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі .....	29
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	30
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	37
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	42
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	44
6.5 Розрахунки режимів різання .....	45
6.6 Технічне нормування операцій.....	57
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	61
Висновок.....	69
Список використаних джерел .....	70
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					<i>ГМ.2185004.00-00 ПЗ</i>				
		№ докум.	Підпис						
Розробив	<i>Мирошніченко В.О.</i>				<i>Проектування технологічного процесу виготовлення валу 2490-79-80</i>		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	<i>Приходько О.М.</i>						4	63	
Реценз.				<i>КФКСумДУ, ГМск2-016</i>					
Н. Контр.	<i>Динник О.Д.</i>								
Затв.	<i>Динник О.Д.</i>								

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, перехід до ринкових принципів господарювання, посилення конкуренції передбачає розширення номенклатури виробів, зменшення їх числа в серії. В результаті цього зростає число підприємств і цехів, орієнтованих на серійний і крупносерійний типи виробництва. Особливості сучасного машинобудівного виробництва, прагнення до його інтенсифікації в умовах частоті змінюваності продукції, що випускається висувають на перший план завдання скорочення термінів розробки технологічних процесів та підвищення якості проектних рішень.

Проектування технологічного процесу з урахуванням характеру виробництва і оперативна можливість коригування технологічного процесу в залежності від зміни виробничої ситуації багато в чому зумовлює ефективність роботи виробничої системи. Оновлення сучасного промислового потенціалу повинно здійснюватися в умовах зростання фондооснащеності, технічного переозброєння та модернізації виробництва, прискореного оновлення основного капіталу, скорочень життєвого циклу нової техніки, що тягне за собою скорочення термінів її розробки та освоєння, підвищення конкурентоспроможності продукції. Така стратегія передбачає залучення наукового потенціалу країни, її вчених до розробки інноваційних проектів.

Прогнозуючи перспективи розвитку машинобудування України, слід мати на увазі два напрямки: так зване «природне», тобто розвиток на базі фундаментальних і теоретичних досліджень у галузі природничих наук, і розвиток технологій машинобудування, пов'язаний зі станом економіки і динамікою організаційних перетворень в промисловості.

Перший напрямок передбачає збільшення обсягу високоефективних технологій на основі нових фізичних принципів, розвиток технології впливу на конструкційні матеріали.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У найближчі роки очікується прогрес у розробці якісно нових засобів автоматизації технологічних процесів, максимально витісняють суб'єктивний фактор з системи забезпечення та відтворюваності необхідної якості машинобудівних конструкцій.

В останні роки в машинобудівному комплексі України гранично низький рівень використання виробничих потужностей, використовується морально і фізично застарілі технології та обладнання. Існуючі методи розробки технологічних процесів не спрямовані на підвищення гнучкості сучасного виробництва і не дозволяють приймати рішення на основі даних про реальну виробничої ситуації.

Таким чином, необхідно розробити технологію, яка була б максимальною мірою адаптована до виробництва і дозволяла б реалізувати всі можливості виробничої системи.

Одним із шляхів підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення виробів є вдосконалення діючих технологічних процесів та їх заміна більш прогресивними.

Ця робота проводиться на основі комплексного аналізу, як конструкції виробів (деталей), так і технології їх виготовлення, починаючи з вибору більш прогресивних видів заготовки. Серйозна увага приділяється підвищенню якості виробів, підвищенню їх надійності та довговічності.

Враховуючи те, що підприємства України на сьогоднішній день не мають достатніх коштів на придбання нового технологічного обладнання, основна увага приділяється вдосконаленню технологічних процесів на основі наявного обладнання, застосуванню більш досконалих пристроїв та інструментів.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

Задана деталь «Вал 2490-79-80» входить до складу ланцюгового ковшового конвеєру, який зображений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Ланцюговий ковшовий конвеєр

Ланцюговий ковшовий конвеєр – механізм безперервної дії, що скріплений з тяговим органом за допомогою ланцюга. Ланцюг приводиться у рух за допомогою зачеплення зірочки та ланцюгової передачі. Ланцюговий ковшовий конвеєр слугує для переміщення сипучих матеріалів на значні відстані.

Вал 2490-79-80 входить до складу редуктора, як підтримуючий елемент зубчастого колеса, з метою передачі обертального моменту. Даний редуктор є номенклатурною продукцією угорської фабрики «ДНІПРО-М». Характерними особливостями одноступінчастих циліндричних редукторів (рис. 1.2) даної компанії є: : допустиме радіальне консольне навантаження - від 8000 до 70000

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал – деталь простої геометричної форми, що дозволяє використати новітні методи обробки, наприклад: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів, що може бути виконано на верстатах нормальної точності.

До деталі «Вал» висувають наступні вимоги:

- а) точність циліндричних поверхонь  $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 50$  не гірше 6-го квалітету точності,  $\varnothing 75$  – не гірше 14-го квалітету точності;
- б) шорсткість циліндричних поверхонь не гірше  $Ra=1,6$  мкм;
- в) допуск циліндричності зовнішніх поверхонь не більше 0,02 мм.

Інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

Більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

Зробивши аналіз робочого креслення деталі «Вал 4.2998-21-02» можна зробити висновок, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 45 ГОСТ 1050-88 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчасті колеса, болти, піввісь, втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 45 наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2 [10]

Таблиця 2.1 - Хімічний склад Сталі 45

Масова частка елемента, %							
C	Si	Mn	As	Ni	Cu	S	P
				Не більше			
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,08	0,25	0,25	0,04	0,035

Таблиця 2.2 - Механічні властивості в залежності від перетину

$\sigma_0$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	НВ
590	24	25	137

Сталь 45 придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та має властивість гарної прогартованості, тому саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу HB 229...245

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \times T_{um}}{60 \times F\partial \times n_3}, \quad (3.2)$$

де N - річна програма випуску, шт.;

$T_{um}$  - норма штучного часу, хв.;

$F\partial$  - дійсний річний фонд часу, год.;

$n_p$  - нормативний коефіцієнт завантаження

$$m_{p005} = \frac{5000 \times 0,62}{60 \times 4029 \times 0,75} = 0,002$$

Приймаємо  $P=1$  верстат. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

$$n_{зф.005} = \frac{0,07}{1} = 0,02$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_{з.н.}}{n_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,75}{0,002} = 38 \text{ шт}$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 4.1

$$\sum O_i = 38+6+94+7+7=152$$

$$\sum P_i = 1+1+1+1+1=5$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{zo} = \frac{152}{5} = 30,4$$

Тип виробництва дрібносерійний, так як виконується умова  $30 < K_{zo} < 40$ ,  $K_{zo}=30,4$ .

Всі подальші розрахунки будемо виконувати для умов дрібносерійного виробництва. Дрібносерійний тип виробництва характеризується вузькою номенклатурою виробів, які випускаються у невеликій кількості. Використовуються спеціальні і спеціалізовані верстати, які встановлюються по ходу технологічного процесу.

Пристрій та інструмент може застосовуватись як спеціальний, так і універсальний.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей:

$$N_{\text{доб.}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C} \quad (3.5)$$

де  $C$  – кількість робочих днів у році,  $C=254$  дня

$$N_{\text{доб.}} = \frac{2000}{254} = 8 \text{ шт/день}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot F_d}{254} \quad (3.6)$$

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Коротка характеристика визначеного типу виробництва

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів і більш великими об'ємами випуску.

Дане виробництво є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, і підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування країни.

Обсяг випуску підприємств дрібносерійного типу коливається від десятків і сотень до тисяч регулярно повторюваних виробів. Використовується універсальне і специфіковану і частково спеціальне обладнання. При використанні універсальних верстатів повинні широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристосування, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент і, нарешті, вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, які забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це обладнання і оснащення можна застосувати в серійному виробництві досить широко, так як при повторюваності процесів виготовлення одних і тих же деталей зазначені кошти дають техніко-економічний ефект, який з великою вигодою окупає витрати на них.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						17
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



оброблюється по 6-му квалітету точності, яка використовується для посадки підшипників.

Дану деталь можна вважати технологічною, її можна обробляти всіма видами лезвійного інструменту на існуючому обладнанні, важкодоступних поверхонь немає.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						19
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів: перший – заготовка одержана методом прокату; другий – методом штамповки.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (прокат). Дані заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Заготовка прокат

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.584, табл.3.	Допуск [3], с.169, табл.62	Розмір заготовки
Ø75	8	6,3	2×2,5	+0,4 -0,7	Ø80 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,7</sub>
302	8	6,3	2×2,0	+0,8 -0,2	306 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,2</sub>

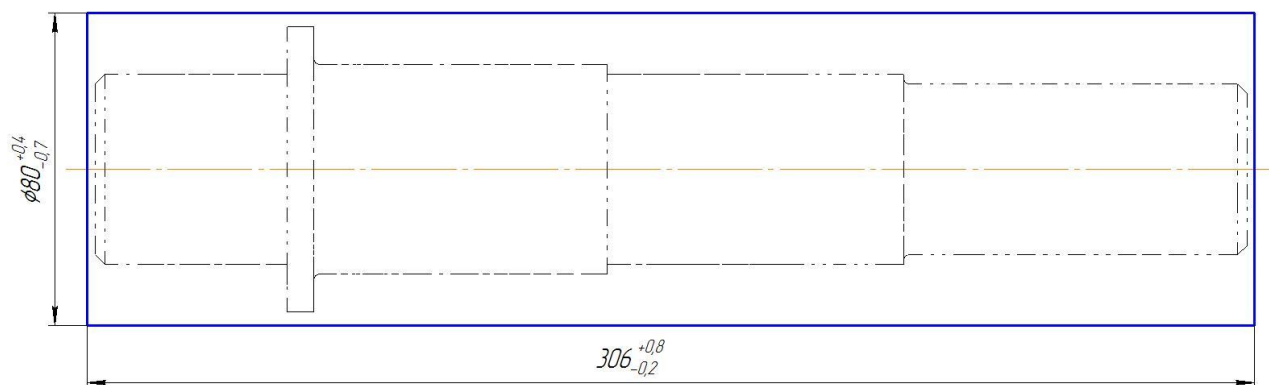


Рисунок 5.1 – Прокат

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де  $V_{заг}$  - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

$\gamma$  - густина сталі;  $\gamma = 7,8 \times 10^{-6}$  кг мм<sup>3</sup>

$$V_{заг} = \frac{\pi D^2}{4} \times l, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_{заг} = \frac{3,14 \times 80^2}{4} \times 306 = 1537344 \text{ мм}^3$$

$$m = 1537344 \times 7,8 \times 10^{-6} = 11,9 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки: [1] с.30

$$S_{заг} = M + \Sigma Co.з.; \text{ грн} \quad (5.3)$$

де M- затрати на матеріал заготовки;

$\Sigma Co.з.$  - технологічна собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = \frac{Cn.з. \times Tшт}{60 \times 100}; \text{ грн} \quad (5.4)$$

де Cn.з. - приведені затрати на робочому місці;

Tшт – штучний час виконання заготівельної операції.

Відрізання заготовки пилами діаметром до 140 мм – 2000 коп./год.,  
фрезерно-центрувальна - 3500 коп./год.

Витрати на матеріал, визначають по масі прокату, який необхідний для виготовлення деталі:

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = Q \times S - (Q - q) \times \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де Q - маса заготовки, Q = 6,22 кг;

q – маса деталі, q = 3,8 кг;

S – ціна одного кілограма матеріалу, S=4400 грн;

S<sub>відх</sub> - ціна однієї тони відходів, S<sub>відх</sub>=465 грн.

Відрізка :

$$T_o = 0,19 \times D^2, \text{ хв} \quad (5.6)$$

де D - діаметр заготовки, мм;

$$T_o = 0,19 \times 56^2 = 513,76 \times 10^{-3} = 0,596 \text{ хв};$$

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.7)$$

де  $\varphi_k$  - коефіцієнт, який залежить від обладнання та виду виробництва;

T<sub>o</sub> – основний час на обробку деталі, хв.;

$$T_{\text{шт}} = 1,51 \times 0,596 = 0,9 \text{ хв}$$

$$C_{o.3_1} = \frac{2000 \times 0,9}{60 \times 100} = 0,3 \text{ грн.};$$

Центрування

$$T_o = 0,52 \times d \times l, \text{ хв} \quad (5.8)$$

де d- діаметр отвору, мм;

l- довжина отвору, мм

$$T_o = 0,52 \times 4 \times 5 = 10,4 \times 10^{-3} \text{ хв.};$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



$$T_{шт} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.9)$$

$$T_{шт} = 1,3 \times 10,4 \times 10^{-3} = 0,01352 \text{ хв.}$$

$$Co.з_2 = \frac{3500 \times 0,01352}{60 \times 100} = 0,0078 \text{ грн.};$$

Визначаємо загальну технологічну собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = Co.з_1 + Co.з_2, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$Co.з = 0,3 + 0,0078 = 0,30078 \text{ грн}$$

Визначаємо затрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{11,2 \times 4400}{1000} - (11,2 - 3,4) \times \frac{465}{1000} = 45,653 \text{ грн}$$

$$S_{заг} = 45,653 + 0,30078 = 45,32 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_3}{M_з}, \quad (5.11)$$

$$K_{вм} = \frac{3,4}{11,2} = 0,3$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (штампівка). Дані заносимо в таблицю.

Таблиця 5.2 – Розрахунок припусків заготовки (штампівка)

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [4], с.149 табл.12	Допуск [4], с.32 табл.3.5	Розмір заготовки
1	2	3	4	5	6
Ø35h6	6	0,63	2×2,0	+2,1 0	Ø 39 <sub>0</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø40g6	6	1,25	2×2,0	+2,1 -1,1	Ø 44 <sub>-1,1</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø50p6	6	0,63	2×2,0	+2,1 -1,1	Ø 54 <sub>-1,1</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø75	14	6,3	2×2,0	+2,5 -1,5	Ø 79 <sub>-1,5</sub> <sup>+2,5</sup>
302	14	6,3	2×2,0	+1,0 -0,4	306 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>
7	14	1,6	2×2,0	+0,9 -0,4	11 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
50	14	6,3	2×2,0	+0,9 -0,4	54 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
77	14	6,3	2×2,0	+1,0 -0,4	79 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>
78	14	6,3	2×2,0	+0,9 -0,4	82 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
90	14	6,3	2×2,2	+1,0 -0,4	94,4 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом штампування

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.15)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{3,4}{4,35} = 0,78$$

За економічними показниками доцільніше виготовляти заготовку методом штампування, так як при цьому методі витрачається менше матеріалу, і менша собівартість заготовки.

Визначаємо економічний ефект:

$$E_3 = (S_{\text{заг}2} - S_{\text{заг}1}) \times N, \text{ грн} \quad (5.16)$$

де  $S_{\text{заг}1}$ ,  $S_{\text{заг}2}$  - вартість зіставлених заготовок, грн.;

$N$  – обсяг виробництва деталей, шт.

$$E_3 = (45,32 - 25,61) \times 5000 = 98550 \text{ грн.}$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Вал», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (табл. 6.1).

Маршрут обробки відповідає технологічному процесу обробки деталей даного типу.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
000	Штампування			Прес
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці та свердлити центрові отвори	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Фрезерно-центрувальний верстат моделі HG-1500
010	Токарна з ЧПК	Обробка згідно керуючої програми	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази )	Токарний верстат з ЧПК моделі MAST ML 500x1000 SH8
015	Відпуск	Досягнення необхідних властивостей матеріалу		Піч
020	Шпонково-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шпонково-фрезерний верстат моделі Bernardo BFM 180
025	Шпонково-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шпонково-фрезерний верстат моделі Bernardo BFM 180
030	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази )	Круглошліфувальний верстат моделі Bernardo URS 3000 N
035	Промивальна			Ванна
040	Технічний контроль			Стіл ВТК

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Базовий технологічний процес вала складається з 5 механічних операцій: 1 фрезерно-центрувальної, 1 токарної з ЧПК, 2 шпонково-фрезерних, 1 круглошліфувальної, та термообробки (див. табл. 6.1). На всіх операціях технологічного процесу витримується принцип суміщення та постійності баз, також забезпечується потрібна точність розмірів деталей. На всіх операціях при закріпленні, заготовка позбавляється необхідної кількості ступенів вільності, що забезпечує обробку деталі з відповідною точністю

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Загальним припуском на обробку називається шар матеріалу, що видаляється з поверхні вихідної заготовки в процесі механічної обробки з ціллю отримання готової деталі [11].

Розраховуємо припуски на поверхню  $\varnothing 36$  кб.

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Чорнове точіння;

чистове точіння;

шліфування.

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с. 63 [1]  $R_z$  і  $T$  приймаємо для заготівки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за таблицею 4.5, с.64 [1].

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів по технологічним переходам

Методи обробки поверхні мм $\varnothing 35k6 \begin{matrix} +0,018 \\ +0,002 \end{matrix}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
	$R_z$	T	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	$2z_{\min}$ , мкм	$2z_{\max}$ , мкм
Заготівка	150	250	1007	-	-	39,8857	2400	39,89	42,29	-	-
Точіння: Чорнове	100	100	60,5	380	2954,5	36,9312	520	36,93	37,45	2960	4840
чистове	50	50	50,4	80	600,5	36,3307	130	36,33	36,46	600	990
шліфування	30	30	-	40	328,7	36,002	16	36,002	36,018	328	442
										3888	6272

Сумарне відхилення розташування штаповки визначають за формулою [1] с. 67:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де  $\rho_{\text{зм}}$  - величина зміщення заготівки на поверхні штампа, мкм;  
 $\rho_{\text{зм}} = 1000$  мкм, табл. 18 с.187 [3]

$\rho_{\text{кор}}$  - величина короблення, мкм.

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta \times l, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $\Delta$  – питома кривизна заготівки мкм/мм;  $\Delta = 0,8$  мкм/мм, табл. 4.8, с.71 [1];

$l$  – середня довжина обробки деталі, мм;

$$l = \frac{l_D}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

















Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується шпонковою фрезою ГОСТ 10903-77 з швидкорізальної сталі Р6М5 .

- шаблон спеціальний;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;
- зразки шорсткості 3,2; 6,3 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

### 6.5 Розрахунки режимів різання

Режим різання визначаємо аналітичним методом за нормативами [2, 7], а норми часу на операцію – за нормативами [5].

*Розрахунок режимів різання на 005 фрезерно-центрувальну операцію*

Режими різання розраховуємо табличним методом .

Розглянемо методику розрахунку на прикладі першої операції – 005 фрезерно – центрувальна.

Для проведення цієї операції приймаємо торцеву фрезу з пластинами з твердого сплаву Т5К10

Вибираємо діаметр фрез за формулою:

$$D=1,6 \times B, \text{ мм}$$

де В – ширина фрезерування, мм.

$$D=1,6 \times 40=64 \text{ мм}$$

Приймаємо спеціальну фрезу [5], с.188 табл.96  $D = 100$  мм з крупними зубами, кількість яких  $z = 10$ .

Визначаємо режими різання для фрезерування торців.

При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску  $t = h = 2,0$ мм.

Визначаємо подачу на зуб.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для верстата з потужністю більше 10кВт подача на зуб  $S_z = 0,16 - 0,24$ мм/зуб [5].таб.33, с.283. Приймаємо  $S_z = 0,2$ мм/зуб.

Назначаємо період стійкості фрези по табл.40, с.290 [5]: для торцевої фрези  $\varnothing 100$ мм  $T = 180$  хв.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

$$L_{p.x} = L_{різ} + y + L_{доп}; \text{ мм} \quad (6.14)$$

де  $L_{різ}$  – довжина різання;

$y$  - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{доп}$  - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей;

Вибираємо данні для обробки [6]:

$$L_{різ} = 17 \text{ мм}; y = 5 \text{ мм}; L_{доп} = 0$$

$$L_{p.x} = 17 + 5 = 22 \text{ мм}$$

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя:

$$S_0 = 0,55 \text{ мм/об};$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T_p = 50 \text{ хв};$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (6.15)$$

де  $V_{табл.}$  – табличне значення швидкості;

$K_1$  - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

$K_2$  - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

$K_3$  - коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{табл.} = 88 \text{ м/хв}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1,05.$$

$$V = 88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 92,4 \text{ м/хв};$$

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя верстата за формулою:

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 38} = 774,39 \text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 630 \text{ хв}^{-1};$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi dn}{1000}; \quad (6.16)$$

де  $d$  – діаметр деталі у місці обробки;

$n$  - число обертів шпинделя;

$$V = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 630}{1000} = 75,17 \text{ м/хв};$$

Приймаємо  $V_d = 100 \text{ м/хв}$ .

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.17)$$

$$V_s = 0,2 \times 10 \times 630 = 1260 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі HG-1500  $V_s = 1300 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{z \times n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.18)$$

$$S_{zd} = \frac{1300}{10 \times 630} = 0,2 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, H \quad (6.19)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  
 $y=0,75$ ;  $u = 1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.20)$$

$$K_{mp} = \left( \frac{980}{750} \right)^{1,0} = 1,31$$

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 2,0^1 \times 0,2^{0,75} \times 77,0^{1,1} \times 10}{100^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 1,31 = 5744 H$$

Визначаємо крутячий момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, H \times M \quad (6.21)$$

$$M_{кр} = \frac{5744 \times 100}{2 \times 100} = 2872 Hm$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, кВт \quad (6.22)$$

$$N_{різ} = \frac{5744 \times 100}{1020 \times 60} = 9,4 кВт$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова  $N_{різ} \leq N_{шп}$ , кВт

де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_d \times \eta, кВт \quad (6.23)$$

де  $N_d$  – дійсна потужність верстата, кВт.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$9,4 \text{ кВт} \leq 10,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$t_{\text{м}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{s_0 \cdot n}; \quad (6.24)$$

де  $L_{\text{р.х.}}$  - довжину робочого ходу супорту;

$s_0$  - подача супорту на оборот шпинделя;

$n$  - число обертів шпинделя;

$$t_{\text{м}} = \frac{22}{0,6 \cdot 630} = 0,307 \text{ хв};$$

Назначаємо режими різання на свердління центрових отворів.

Для центрування отворів приймаємо свердло центрувальне Р6М5  $\varnothing 3,15$ мм ГОСТ14952-75

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.25)$$

де  $D$  – діаметр свердла, мм.

$$t = \frac{3,15}{2} = 1,575 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу по табл.25, с.277 [5] для діаметра свердла 3,15мм і твердості НВ260 подача на оберт становитиме  $S_0 = 0,07$ об/хв.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Назначаємо період стійкості інструменту для діаметра свердла  $\varnothing 3,15\text{мм}$  по табл.30, с.279[5]  $T=15\text{хв}$

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де  $C_V$  – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки на швидкість різання; по табл.28, с.278 [1]  $C_V = 9,8$ ;

$q, m, y$  – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів різання на швидкість різання; по табл.28, с.278 [5];  $q=0,4$ ;  $m=0,2$ ;  $y=0,5$ ;

$K_V$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_V = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{bv} \quad (6.27)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.28)$$

де  $n_v$  – показник степеня; по табл.2, с.262 [5]  $n_v=1,0$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні;

$K_{rv}$  – коефіцієнт, що враховує групу сталі по обробці; по табл.2, с.262

[5]  $K_{rv} = 1,0$ .

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,77$$

$K_{lv}$  – коефіцієнт, що враховує глибину обробки отвору; по табл.31, с.280

[5]  $K_{lv} = 1,0$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; табл.6, с.263 [5]

$K_{uv} = 1,0$ .

$$K_V = 0,77 \times 1,0 \times 1,0 = 0,77$$

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$V = \frac{9,8 \times 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \times 0,07^{0,5}} \times 0,77 = 8,27 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв} \quad (6.28)$$

$$n = \frac{1000 \times 8,27}{3,14 \times 3,15} = 836 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі HG-1500  $n_d = 815 \text{ об / хв}$ .

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}, \text{ м / хв.} \quad (6.29)$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 3,15 \times 815}{1000} = 8,1 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, \text{ Нм} \quad (6.30)$$

де  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  (табл. 32, с. 281 [5]).

$$K_{mv} = K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.31)$$

$$K_{mv} = K_{mp} = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75_v} = 1,22$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 3,15^2 \times 0,07^{0,8} \times 1,22 = 0,49 \text{ Н} \times \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44



$\Delta$  – величина перебігу;  $\Delta = 0$  мм, так як отвір глухий.

$$L=10+1,26+0=11,26 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{11,26}{0,07 \times 815} = 0,2 \text{ хв}$$

Визначаємо загальний основний час, витрачений на фрезерно-центрувальну операцію:

$$T_{\text{ф-ц}} = T_{\text{о фр}} + T_{\text{о св.}} = 0,307 + 0,2 = 0,507 \text{ хв}$$

*Призначення режимів різання на 020 шпонково-фрезерну операцію*

Аналітичний метод

Для проведення цієї операції приймаємо шпонкову фрезу з нормальним зубом пластинами з швидкорізальної сталі Р6М5.

Діаметр фрези дорівнює ширині паза  $D=16$  мм кількість зубів  $z=4$ .  
Визначаємо глибину різання. Для діаметру фрези  $D=16$  мм,  $t=0,3$  мм табл.38, с.286 [5].

Визначаємо подачу на зуб  $S_z=0,1$  мм/зуб табл.38, с.286 [5]. Назначаємо період стійкості фрези таб.40, с.290 [5]; для шпонкової фрези діаметром 10 мм -  $T=80$  хв.

Визначаємо швидкість різання.

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_V, \text{ м / хв.} \quad (6.36)$$

де  $C_V$  – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки на швидкість різання табл.39, с.287 [5]  $C_V = 12$ ;

$q, m, x, y, u, p$  – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів різання на швидкість різання табл.39, с.287 [5]  $q=0,3$ ;  $m=0,26$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,25$ ;  $u=0$ ;  $p=0$ .

$K_V$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K_V = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} \quad (6.37)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу.

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.38)$$

де  $K_r$  – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по обробці,  $K_r = 1$ , [5] с.262, табл. 2;

$n_v$  – показник степені табл.2, с.262 [5]  $n_v = 0,9$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

$K_{nv}$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки табл.5 с.263 [5]  $K_{nv} = 0,8$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту табл.6 с.263 [5]  $K_{uv} = 1,0$ .

$$K_V = 1,2 \times 0,8 \times 1,0 = 0,96$$

$$V = \frac{12 \times 10^{0,3}}{80^{0,26} \times 0,3^{0,3} \times 0,1^{0,25} \times 10^0 \times 4^0} \times 0,96 = 18,9 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв.} \quad (6.39)$$

$$n = \frac{1000 \times 18,9}{3,14 \times 16} = 601,9 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі Bernardo BFM 180  $n_d = 1000$  об/хв..

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Визначаємо дійсну швидкість різання.

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}, \text{ м / хв.} \quad (6.40)$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 16 \times 1000}{1000} = 31,4 \text{ м / хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі.

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.41)$$

$$V_s = 0,1 \times 4 \times 1000 = 400 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі Bernardo BFM 180  $V_s = 400$  мм/зуб.

Визначаємо дійсну подачу на зуб.

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{z \times n_d}, \text{ мм / зуб} \quad (6.42)$$

$$S_{zd} = \frac{400}{4 \times 1000} = 0,1 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання.

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, \text{ Н} \quad (6.43)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]  $C_p=68,2$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u = 1,0$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$ .

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.44)$$

де  $n_v$  – показник степені табл.9, с.264 [5]  $n_v=0,3$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$K_{mp} = \left( \frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,94$$

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 1,3^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 10^1 \times 4}{10^{0,86} \times 1000^0} \times 0,94 = 845,9 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент.

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, \text{ Нм} \quad (6.45)$$

$$M_{кр} = \frac{845,9 \times 10}{2 \times 100} = 42,3 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання.

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.46)$$

$$N_{різ} = \frac{845,9 \times 31,4}{1020 \times 60} = 0,43 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова :

$$N_{різ} \leq N_{шп}, \text{ кВт}$$

де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата

$$N_{шп} = N_d \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.47)$$

де  $N_d$  – дійсна потужність верстата

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії

$$N_{шп} = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт}$$

$$0,43 \text{ кВт} \leq 6 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Визначаємо основний час.

$$T_o = \frac{L}{V_s} \times i, \text{ хв.} \quad (6.48)$$

де  $i$  – кількість проходів  $i = (36-31)/t = (36-31)/0,3=17$

$L$  – повна довжина обробки

$$L = l - d_{\text{фр}} \quad (6.49)$$

де  $l$  – довжина обробки

$$L = 80 - 16 = 64 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{64}{400} \times 17 = 3,4 \text{ хв}$$

## 6.6 Технічне нормування операцій

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на фрезерно-центрувальну операцію 005.

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.50)$$

$$T_{\text{шт-к}} = T_o + (T_{\text{ус}} + T_{30} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}) \cdot k + T_{\text{об.ст}}, \text{ хв} \quad (6.51)$$

де  $T_{n-3}$  - підготовчо-заклучний час, хв.;

$T_o$  - основний час, хв.;

$n$  – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{\text{ус}}$  - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$T_{30}$  - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

$T_{\text{уп}}$  - час приймання керування, хв.;

$T_{\text{из}}$  - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{\text{обст}}$  - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$k$  – поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,08$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,02 хв; підвести та одвести фрези та свердла від деталі –  $2 \times 0,06$  хв. [1]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,02 + 2 \cdot 0,06 = 0,14 \text{ хв}$$

$$T_{uz} = 2 \cdot 0,12 = 0,16 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{\epsilon} = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{uz} \quad (6.52)$$

$$T_{\epsilon} = 0,08 + 0,14 + 0,16 = 0,38 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\epsilon} \quad (6.53)$$

$$T_{on} = 0,507 + 0,38 = 0,887 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{обот} = \frac{0,887 \cdot 6}{100} = 0,053 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на налагоджування верстата – 12 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. [1]. Тоді:

$$T_{n-з} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Кількість деталей в партії [1]:

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6.54)$$

де N – програма випуску деталей, шт.;

a – періодичність запуску в днях (a=12)

$$n = \frac{20000 \cdot 12}{254} = 944,8 \approx 945 \text{ шт}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{22}{378} + 0,507 + (0,08 + 0,14 + 0,16) \cdot 1,85 + 0,073 = 1,34 \text{ хв}$$

*Технічне нормування шпонково-фрезерної операції*

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного та допоміжного.

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв.} \quad (6.55)$$

де  $T_o$  – основний час, розрахований в пункті 2.8.3  $T_o = 3,4$  хв.

$T_d$  – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв.} \quad (6.56)$$

де  $T_{уст}$  – час на установку и зняття деталі,  $T_{уст} = 0,029$  хв.; табл. 5.5 с. 201 [1];

$T_{кр}$  – час на прийняття керування,  $T_{кр} = 0,09$  хв.; табл. 5.8 с. 202-203 [1];

$T_{вим}$  – час на вимірювання,  $T_{вим} = 0,09$  хв. табл. 5.14 с. 208 [1].

$$T_d = 0,029 + 0,09 + 0,09 = 0,21 \text{ хв}$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{оп} = 3,4 + 0,21 = 3,61 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час.

$$T_{шт} = T_{оп} \times \left( 1 + \frac{(a_{від} + a_{обсл})}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.57)$$

Де  $a_{відп}$  ;  $a_{обсл}$  час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приведені у відсотковому відношенні від оперативного часу і складає 8%.

$$T_{шт} = 3,61 \times \left( 1 + \frac{8}{100} \right) = 3,9 \text{ хв}$$

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





$p$  – тиск повітря в циліндрі,  $p = 0,4$  МПа;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра,  $\eta = 0,9$ .

$$Q = \frac{3,14 \cdot 124^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 4347 \text{ Н.}$$

Визначаємо силу затиску заготовки, що передається клино-плунжерним механізмом за формулою:

$$W = Q \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \cdot \operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \cdot \operatorname{tg}\varphi_1}, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де  $\alpha$  – кут клину,  $\alpha = 5^\circ 50'$ ;

$\varphi_{\text{пр}}$  – приведений кут тертя;

$\operatorname{tg}\varphi_1, \operatorname{tg}\varphi_2$  – коефіцієнти тертя;  $\operatorname{tg}\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_2 = 0,1$ .

Приведений кут тертя визначається за формулою:

$$\varphi_{\text{пр}} = \operatorname{arctg}\varphi \frac{d}{D}, \quad (7.4)$$

$$\varphi_{\text{пр}} = \operatorname{arctg}5^\circ 50' \frac{10}{25} = 2,34,$$

$$W = 4347 \frac{1 - \operatorname{tg}(10 + 2,34) \cdot 0,1}{\operatorname{tg}(10 + 2,34) \cdot 0,1} = 13370 \text{ Н.}$$

Схему сил, що діють пристосуванні при затиску заготовки, зображена на рис. 7.1.

Визначаємо необхідну силу закріплення заготовки за формулою:

$$W_{\text{Н}} = \frac{\pi \cdot P_z \cdot R_3 \operatorname{tg}\beta}{R_n \cdot \cos\beta} + P_n, \text{ Н} \quad (7.5)$$

де  $P_z$  – головна складова сили різання, Н;  $P_z = 800$  Н;

$R_3$  – відстань від осі паводкового пристрою до точки прикладання сили, мм;

$R_3 = 42,5$  мм;

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\beta$  – кут в плані клинового паводка;  $\beta = 45^\circ$ ;

$R_n$  – відстань від осі паводкового пристрою до осі паводка, мм;  $R_n = 15$  мм;

$P_h$  – горизонтальна складова сили різання, Н;  $P_h = 400$  Н;

$$W_H = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 42,5 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ}{15 \cdot \cos 45^\circ} + 400 = 10870 \text{ Н.}$$

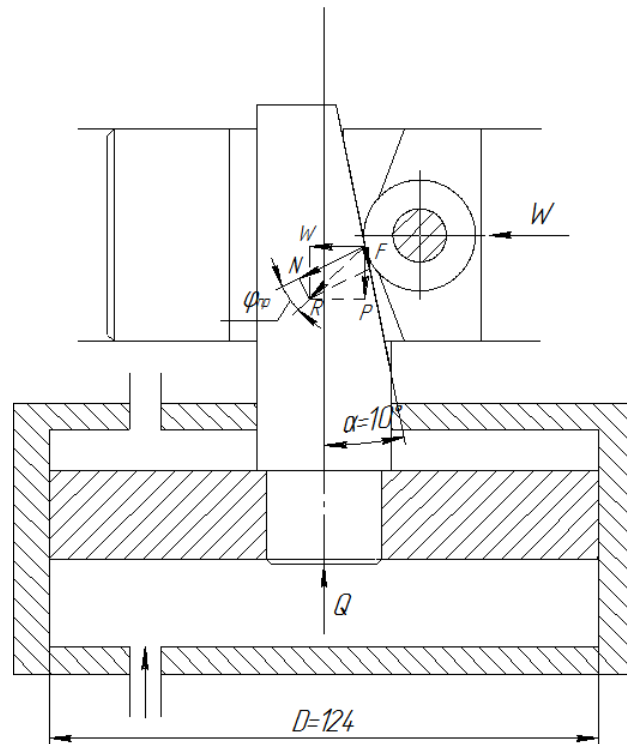


Рисунок 7.1 – Схема сил, що діє в пристосуванні на заготовку

Порівнюємо необхідне значення сили затиску з тим, що утворюється

$$W_H < W, \quad (7.6)$$

$$108070 < 13370$$

Отже, можна зробити висновок, що пневмопривід пристосування дозволяє вести обробку на заданих режимах різання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахунок пристосування на міцність.

Проведемо перевірку на міцність болтового з'єднання нерухомого корпусу з плитою.

Визначасмо необхідний внутрішній діаметр різьби за формулою:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F_p}{\pi \cdot [\sigma]}}, \text{ мм} \quad (7.7)$$

де  $F_p$  – сумарне навантаження на болт, Н;

$[\sigma]$  – допустиме напруження, МПа;  $[\sigma] = 160$  МПа.

Визначаємо розрахункове сумарне навантаження на болт за формулою:

$$F_p = F_{\text{зат}} + F, \text{ Н} \quad (7.8)$$

де  $F_{\text{зат}}$  – сила затяжки болта, Н;

$F$  – зовнішнє навантаження;

Зовнішнє навантаження визначається за формулою:

$$F = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{n}, \text{ Н} \quad (7.9)$$

де  $F_1$  – головна складова сили різання, Н;  $F_1 = 800$  Н;

$F_2$  – горизонтальна складова сили різання, Н;  $F_2 = 400$  Н;

$F_3$  – величина зусилля затиску, Н;  $F_3 = 13370$  Н;

$n$  – число болтів, що закріплюють нерухомий корпус, шт.;  $n = 4$  шт.

$$F = \frac{800 + 400 + 13370}{4} = 3642 \text{ Н.}$$

Сила затяжки болта визначається за формулою:

$$F_{\text{зат}} = K_{\text{зат}} \cdot F, \text{ Н} \quad (7.10)$$

де  $K_{\text{зат}}$  – коефіцієнт затяжки;  $K_{\text{зат}} = 4$ ;

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{зат}} = 4 \cdot 3642 = 14600 \text{ Н},$$

$$F_p = 14600 + 3642 = 18242 \text{ Н}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 18242}{3,14 \cdot 160}} = 13,7 \text{ мм.}$$

За отриманими значеннями внутрішнього діаметра різьби вибираємо болт М16.

Розрахунок пристосування на точність.

Розрахунок пристосування на точність будемо виконувати за методикою, викладеною у [4].

Визначаємо допуск на виготовлення пристосування для забезпечення розміру 32,75<sub>-0,2</sub> (відстань від шпонкового пазу до осі валу) за формулою:

$$T_{\text{пр}} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{зН}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 \cdot (K_{T2} \cdot w)^2}, \text{ мм} \quad (7.10)$$

де  $T$  – допуск на обробку, мм;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення;  $K_T = 1,1$ ;

$K_{T1}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах;  $K_{T1} = 0,8$ ;

$\varepsilon_6$  – похибка базування заготовки, мм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення, мм;

$\varepsilon_y$  – похибка установки пристосування на верстаті, мм;

$\varepsilon_{\text{зН}}$  – похибка, пов'язана зі зношенням елементів пристосування, мм;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – похибка від перекосу ріжучого інструменту, мм;

$K_{T2}$  – коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки у сумарній похибці, що викликані факторами, які не залежать від пристосування;  $K_{T2} = 0,7$ ;

$w$  – економічна точність обробки шпонкового пазу, мм;  $w = 0,14$  мм.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка базування заготовки в центрах з плаваючим переднім центром відповідно до рекомендацій таблиці 3.1 [12] приймаємо рівною 0. Похибку закріплення виключаємо з розрахунків, тому пневмопривод забезпечує постійне зусилля затиску. Внаслідок надійного контакту настановної площини пристосування з площиною столу верстата приймаємо похибку встановлення пристосування на верстаті рівній 0. Похибка, пов'язану із зносом елементів пристосування, приймаємо рівною 0, так як пристосування передбачає регулювання центрів в осьовому напрямку, а також настановних призм по висоті. Так як в пристосуванні відсутні направляючі елементи, то похибка від перекосу інструменту буде дорівнює 0.

$$T_{пр} = 0,2 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0 + 0 + 0 + 0 \cdot (0,7 \cdot 0,14)^2} = 0,092 \text{ мм.}$$

Робимо висновок, що допуск паралельності осі центрів відносно площини плити повинен бути  $T = 0,092$  мм.

Призначення та принцип дії пристосування.

Пристосування, що проектується, призначене для фрезерування двох шпонкових пазів за два установи на вертикально-фрезерному верстаті моделі Bernardo BFM 180.

Пристрій складається з наступних складальних одиниць і основних деталей: складальні одиниці – корпус нерухомий 1, корпус рухливий 2, опорна призма 3, упор 4; деталі – замок 6, шток клиновий 7, плунжер 8, ролик 9, кришка 10, втулка 11, кришка 12, опора сферична 13, центр малий 14, кришка 15, центр рухливий 16, кришка 17, гвинт 18, шайба опорна 19, шайба компенсаторна 20, ексцентрик 21, кришка задня 22, поршень 23, плита 24, планка 25, пластина 26, кришка 27.

Базування заготовки в пристосуванні відбувається по центровим отворах з упором в торець. Для надання додаткової жорсткості вала дві його шийки спираються на призми 3.

						ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
							59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Базування пристосування на стіл верстата здійснюється по площині плити 24 і на шпонку 51. В результаті подачі повітря в поршневу порожнину пневмоциліндра нерухомого корпусу 1, клиновий шток 7, поступально рухаючись вертикально вгору, впливає на ролик 9 плунжера 8, повідомляючи йому поступальний рух вправо. У свою чергу правий торець плунжера пов'язаний зі сферичною опорою 13, в якій закріплені упори 4 і пружина 58, правий торець якої впирається в шайбу 45 малого центру 14. При переміщенні сферичної опори під впливом плунжера відбувається впровадження упорів в торець заготовки з одночасним базуванням її в малому і рухомому центрах. При подачі повітря в штокову порожнину циліндра поршень 23 з клиновим штоком, переміщаючись поступально вниз, перестає впливати на ролик плунжера, через що під впливом стислої пружини сферична опора з упорами, переміщаючись вліво, віджимає оброблену заготовку.

Регулювання відстані між центрами здійснюється шляхом переміщення рухомого корпусу 2, більш точне регулювання виконується шляхом обертання рукоятки 59 з гвинтом 18, утворюючим кручені пару з рухомим центром 16. Налаштування паралельності осі центрів пристосування щодо осі столу здійснюється за допомогою ексцентрика 21. Управління роботою пристосування здійснюється за допомогою триходового кранового розподільника 62, розташованого поруч з рухомим корпусом 2.

					<i>ГМ.21850004.00-ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

## ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

Проведено аналіз службового призначення ланцюгового ковшового конвеєру, у який входить деталь «Вал 2490-79-80». Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення валу.

За коефіцієнтом закріплення операцій встановлено, що тип виробництва – дрібносерійний. Форма організації виробництва – групова.

Аналіз технологічності конструкції деталі показав, що конструкція валу є технологічною.

В якості заготовки прийнята штамповка на ГKM.

Під час виконання роботи було проаналізовано шпонково-фрезерну та фрезерно-центрувальну операції:

- порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна;
- обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання;
- обране верстатне технологічне оснащення;
- проведений розрахунок режимів різання;
- проведено технічне нормування операцій.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування). Навчальний посібник – Лівів: «Новий світ 2000», 2007. – 768 с.

2. Дерібо, О. В. Основи технології машинобудування : практикум. Ч.1 / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 106 с.

3. ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.- Технічний комітет зі стандартизації «Чавун, прокат листовий, прокат сортовий термозміцнений, вироби для рухомого складу, металеві вироби, інша продукція з чавуну та сталі» (ТК 4).- 2022.-51с.

4. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : у 2-х ч. Ч.1 : Загальні відомості / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 55 с.

5. Євтухов, В. Г. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування [Текст] : для студ. спец. освітньо-кваліфікаційних рівнів: "бакалавр" за напрямками підготовки: 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування", 6.050604 "Енергомашинобудування". Ч.2 : Приклади оформлення технологічної документації / В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. — Суми : СумДУ, 2011. — 59 с.9.

6. Савчук, В. І. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Розроблення структури операції для оброблення валів на токарних верстатах із ЧПК" із дисципліни "Технологія оброблення типових деталей та складання машин" [Текст] : для студ. спец. 131 "Прикладна механіка" (ОПП "Технології машинобудування") освітнього ступеня "бакалавр" усіх форм навчання / В. І.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Савчук, А. В. Євтухов. — Електронне видання каф. Технології машинобудування, верстатів та інструментів. — Суми : СумДУ, 2020. — 24 с.

7. Булига, Ю. В. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.

8. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

9. Швець С.В. Основи формоутворення поверхонь різанням: навч. посіб. / С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. –127 с. Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/5019>

10. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. Вінниця : ВНТУ, 2020. 123 с.

11. Медведєв, В. С. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук . Краматорськ : ДДМА, 2021. 108 с.

12. Безпека життєдіяльності та охорона праці [Електронний ресурс] : довідник у 2-х ч. Ч.2 : (О – Я) / Ю. В. Буц, О. І. Богатов, О. Г. Зима та ін.; за заг. ред. Ю.В. Буца. Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 179 с. URL : <https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.6029508>

13. Пістун І.П. Охорона праці в галузі машинобудування : навчальний посібник / І.П. Пістун, Р.Є. Стець, І.О. Трунова. Суми : Університетська книга, 2011. 557 с.

14. Яким Р.С. Безпека життєдіяльності людини : Навч. посібник. Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2005. 304 с.

					ГМ.21850004.00-ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## *Фактори, які визначають наслідки ураження електричним струмом людини. Види уражень*

Фактори, які впливають на характер та наслідки уражень електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на три групи: фактори електричного характеру (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір людини електричному струму); фактори неелектричного характеру (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину); фактори навколишнього середовища.

Фактори електричного характеру. Струм, який проходить крізь людину, є головним вражаючим фактором при електротравмі. Різний за рівнем струм впливає по-різному на людину. Людина починає відчувати дію малого струму, який проходить крізь неї: 0,6-1,5 мА при змінному струмі, частота якого 50 Гц; 5-7 мА при постійному струмі. При збільшенні струму понад відчутний, у людини з'являються спазматичні скорочення м'язів та сильний біль у пальцях та кистях рук. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів (в експерименті). Цей струм – до 6-10 мА частотою 50 Гц – отримав назву відпускаючого (для постійного струму 30-40 мА).

Значення порогового невідпускаючого струму, що викликає при проходженні крізь людину незупинне спазматичне скорочення м'язів руки, яка стискає провідник, становить 11-15 мА при частоті 50 Гц та 50-80 мА при постійному струмі. Струм понад 50 мА частотою 50 Гц при тривалій дії викликає зупинку дихання та фібриляцію серця. Ці струми отримали назву фібриляційних. Струм 100 мА частотою 50 Гц вже протягом 2-3 секунд викликає фібриляцію серця та параліч дихання, тобто клінічну смерть.

Верхньою межею фібриляційного струму промислової частоти є струм 5А. При постійному струмі пороговим (найменшим) фібриляційним буде струм 300 мА.

Струм понад 5 А, як при постійній напрузі, так і при частоті 50 Гц фібриляцію серця не викликає. Внаслідок його дії виникає зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Сила струму, що проходить крізь будь-яку ділянку тіла людини, залежить від прикладеної напруги та електричного опору, який чинить струмові ця ділянка тіла. При цьому зі збільшенням прикладеної напруги струм зростає швидше. Це пояснюється, головним чином, нелінійністю людини чинити електричний опір. Провідність живої тканини, на відміну від звичайних провідників, зумовлена не тільки їх фізичними властивостями, а й складними біохімічними та біофізичними процесами, притаманними тільки живій матерії.

Отже, опір шкіри людини є змінною величиною, яка нелінійно залежить від багатьох факторів: її складу, щільності та площі контактів, значення прикладеної напруги, сили протікаючого струму і часу його дії. Найбільший опір чинить чиста суха непошкоджена шкіра. Збільшення площі і частоти контактів зі струмопровідними частинами знижує опір шкіри. З підвищенням прикладеної напруги опір шкіри також зменшується внаслідок пробою її верхнього шару.

Зростання сили струму або часу його протікання викликає більше нагрівання верхнього шару шкіри та інтенсивніше потовиділення у місцях контакту, що теж зменшує електричний опір шкіри.

Найбільший електричний опір має верхній роговий шар шкіри, який не містить кровоносних судин.

Опір внутрішніх органів залежить, у цілому, від прикладеної напруги. Оскільки опір тіла людини електричному струму є нелінійним та нестабільним і вести розрахунки з такими опорами складно, дійшли висновку, що опір тіла людини становить 1000 Ом.

Найбільш небезпечним для людини є струм із частотою 20-200 Гц. Зі зниженням і підвищенням частоти небезпека ураження зменшується та цілком зникає при частоті 450-500 кГц, хоча ці високочастотні струми зберігають небезпеку опіків.

Постійний струм, який проходить крізь тіло людини, порівняно зі змінним струмом з такими ж параметрами, викликає менш неприємні відчуття. Однак це справедливо лише для напруг до 300 В.

З подальшим підвищенням напруги небезпека постійного струму зростає і в інтервалі напруг 400-600 В практично дорівнює небезпеці змінного струму з частотою 50 Гц, а при нарузі понад 600 В постійний струм є значно небезпечнішим, ніж змінний. Різкі больові відчуття при підключенні під постійну напругу виникають у момент вмикання і розмикання кола. Вони зумовлюються струмами перехідного процесу, які викликають судомне скорочення м'язів.

Фактори неелектричного характеру. Зростання тривалості протікання струму крізь людину збільшує тяжкість ураження за таких обставин: із зростанням часу протікання струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту), струм підвищується, з часом вичерпуються захисні сили організму, які протистоять дії електричного струму.

Напрямок струму крізь людину суттєво впливає на наслідок ураження. Небезпечність ураження особливо велика, якщо струм, який проходить крізь життєво важливі органи - серце, легені, головний мозок - впливає безпосередньо на всі органи. Якщо струм не проходить крізь ці органи, то його дія на них є тільки рефлекторною й імовірність ураження зменшується.

Шляхи струму по тілу людини називають "петлями" струму. Найчастіше трапляється петля "права рука — ноги". До випадків з тяжкими та смертельними наслідками призводять наступні петлі струму: "рука - рука" (40% випадків), "права рука - ноги" (20% випадків); "ліва рука - ноги" (17% випадків); "нога - нога" (80% випадків).

Найбільш небезпечні петлі струму - це "голова - руки", "голова - ноги", "рука — рука", а найнебезпечніший шлях - "нога — нога".

Індивідуальні особливості людини значно впливають на тяжкість ураження при електротравмах, наприклад, струм, що є невідпускаючим для одних людей, може бути пороговим для інших. Характер дії струму одних і тих самих параметрів залежить від маси людини і її фізичного розвитку.

Для жінок порогове значення струму приблизно у 1,5 рази нижче, ніж для чоловіків. Ступінь впливу струму залежить від стану нервової системи, депресії, хвороби (особливо захворювань шкіри, серцево-судинної і нервової систем тощо). Крім того, помічено, що сп'яніла людина значно чутливіша до протікаючого струму. Важливу роль відіграє і фактор уваги. Якщо людина підготовлена до електричного удару, то ступінь небезпеки різко зменшується, у той час як несподіваний удар призводить до набагато тяжчих наслідків.

Фактори навколишнього середовища. Несприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 поділяють на три категорії.

1) Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю неструмопровідної (ізолюваної) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної небезпеки належать кабінети, зали, лабораторії, приладні ділянки машинобудівних заводів.

2) Приміщення з підвищеною небезпекою має одну з наступних ознак:

- підвищена температура (температура повітря тривалий час перевищує 35С або короткочасно перевищує 40°С незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань);
- підвищена (понад 75%) відносна вологість повітря;
- наявність струмопровідного пилу (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику;
- струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);
- можливість одночасного доторкання людини до металоконструкції будівлі, яка не має сполучення з землею, та технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого.

До цієї групи приміщень належать складські неопалювані приміщення, механічні цехи та ділянки з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилю, але зі струмопровідною підлогою.

3) Приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- особлива сирість (відносна вологість повітря близько 100%, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі);
- хімічно активне середовище (приміщення, в яких постійно або тривало наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівно на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання);
- одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки.

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

Види робіт за ступенем електробезпечності поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

Клас приміщень за небезпечністю ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою - 24 В, в особливо небезпечних - 12 В.

## ДОДАТОК Б - Розрахунок припуску

### РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Имя программы - 'prip'  
 Вычислительный центр инженерного факультета СумГУ 06.06.2024

Расчет выполнен для Miroshnichenko, группа - ГМск2-016

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

обрабатываемая поверхность - внешняя цилиндрическая поверхность ф 35 +0.018  
+0.002

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Преде- льные откло- нения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шерохо- ватость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир ЕБ (i)	закр Ез (i)
Поковка штампованная	кл. точн. Т3 ГОСТ 7505-89	+1.900 0	150	250	2054	-	-
Точение черновое	квалитет 12	+0.30 0	50	50	123	-	-
Точение чистовое	квалитет 10	+0.120 0	30	30	82	-	-
Шлифование черновое	квалитет 8	+0.046 0	10	20	41	-	-
Шлифование чистовое	квалитет 6	+0.021 -0.002	5	15	-	-	-

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :**

Расчетные значения		Принятые значения, мм							
припуск, мкм	расчет- ный размер, мм	расчет- ный размер	номинальный размер с пределными отклонениями	пределный размер		припуск, мкм			
				мини- мальный	макси- мальный	миним	расч.	макс	
-	-	38,782	38,782	38,8	+1.900	38,782	38,382	-	-
3140	8048	36,874	36,874	36,87	+0.30	36,874	36,334	3140	4254 8048
446	786	36,428	36,428	36,43	+0.120	36,428	36,548	446	523 786
328	358	35,144	35,144	35,144	+0.046	35,190	35,144	278	284 358
142	172	35,002	35,002	35,002	+0.0021	35,018	35,002	142	150 172

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітки		
				Документація				
A1			ГМ.2185004.00-07-00.00 СК	Складальне креслення				
				Складальні одиниці				
Бк		1	ГМ.2185004.00-07-00.00.001	Корпус нерухомий	1			
Бк		2	ГМ.2185004.00-07-00.00.002	Важіль	1			
Бк		3	ГМ.2185004.00-07-00.00.003	Опорна призма	1			
Бк		4	ГМ.2185004.00-07-00.00.004	Упор	1			
				Деталі				
Бк		5	ГМ.2185004.00-07-00.00.005	Замок	2			
Бк		6	ГМ.2185004.00-07-00.00.006	Шток клиновий	1			
Бк		7	ГМ.2185004.00-07-00.00.007	Плунжер	1			
Бк		8	ГМ.2185004.00-07-00.00.008	Ролик	1			
Бк		9	ГМ.2185004.00-07-00.00.009	Кришка	1			
Бк		10	ГМ.2185004.00-07-00.00.010	Втулка	1			
Бк		11	ГМ.2185004.00-07-00.00.011	Кришка	1			
Бк		12	ГМ.2185004.00-07-00.00.012	Шайба стопарна спеціальна	1			
Бк		13	ГМ.2185004.00-07-00.00.013	Центр малий	1			
Бк		14	ГМ.2185004.00-07-00.00.014	Кришка	1			
Бк		15	ГМ.2185004.00-07-00.00.015	Центр рухомий	1			
Бк		16	ГМ.2185004.00-07-00.00.016	Кришка	1			
Бк		17	ГМ.2185004.00-07-00.00.017	Гвинт спеціальний	1			
			ГМ.2185004.00-07-00.00 СП					
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.		
			<b>Пристрій для фрезерування шпонкових пазів</b>			Лист	Лист	Листов
							1	3
						<b>КФК СумДУ, гр. ГМск2-01б</b>		
			Розробив	Мірошніченко В.О.				
			Перевірив	Приходько О.М.				
			Т.контр.					
			Н.контр.	Динник О.Д.				
			Затв.	Іванов В.О.				



Форм.		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
Бк			18	ГМ.2185004.00-07-00.00.018	Шайба опорна спеціальна	1	
Бк			19	ГМ.2185004.00-07-00.00.019	Шайба компенсаційна	1	
Бк			20	ГМ.2185004.00-07-00.00.020	Ексцентрик	1	
Бк			21	ГМ.2185004.00-07-00.00.021	Кришка нижня	1	
Бк			22	ГМ.2185004.00-07-00.00.022	Поршень	1	
Бк			23	ГМ.2185004.00-07-00.00.023	Плита	1	
Бк			24	ГМ.2185004.00-07-00.00.024	Планка	1	
Бк			25	ГМ.2185004.00-07-00.00.025	Кришка задня	1	
Бк			26	ГМ.2185004.00-07-00.00.026	Ручка крану	1	
Бк			27	ГМ.2185004.00-07-00.00.027	Опора	1	
Бк			28	ГМ.2185004.00-07-00.00.028	Рукоятка	1	
Бк			29	ГМ.2185004.00-07-00.00.029	Гвинт спеціальний	1	
Бк			30	ГМ.2185004.00-07-00.00.030	Штуцер вхідний	1	
Бк			31	ГМ.2185004.00-07-00.00.031	Крановий розподільник	1	
Бк			32	ГМ.2185004.00-07-00.00.032	Штуцер вихідний	1	
					Стандартні вироби		
			33		Болт М10х30 ГОСТ 7805-70	4	
			34		Болт М10х35 ГОСТ 7805-70	4	
			35		Болт М10х55 ГОСТ 7805-70	2	
			36		Болт М16х55 ГОСТ 7798-70	4	
			37		Болт М20х90 ГОСТ 7798-70	4	
			38		Гайка М10 ГОСТ 5927-70	4	
			39		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4	
			40		Гайка М10 ГОСТ 5927-70	2	
			41		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	4	
			42		Гайка М28 ГОСТ 5915-70	4	
ГМ.2185004.00-07-00.00 СІП							Лист
ГМ.2185004.00-07-00.00 СІП							2
Зм.	Лист	№ докум.		Підп.	Дата		

Підп. і дата

Інв.№ дубл.

Взам.інв.№

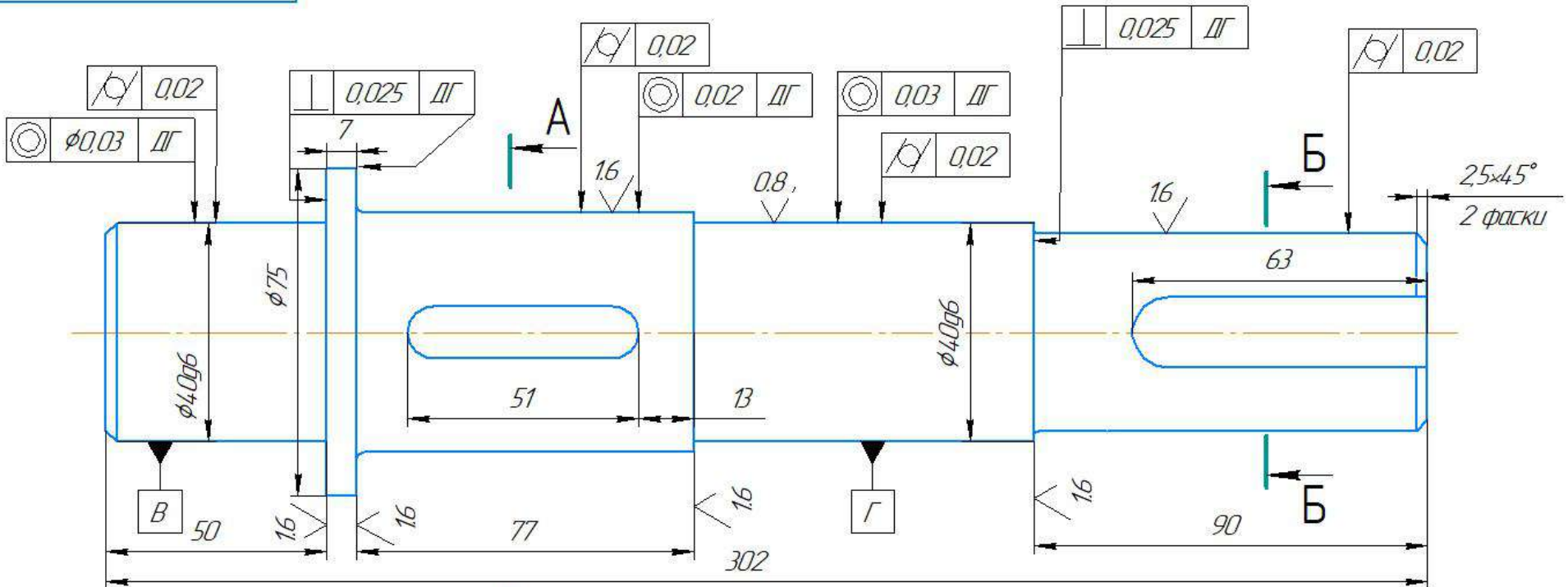
Підпи. дата

Інв.№ підп.

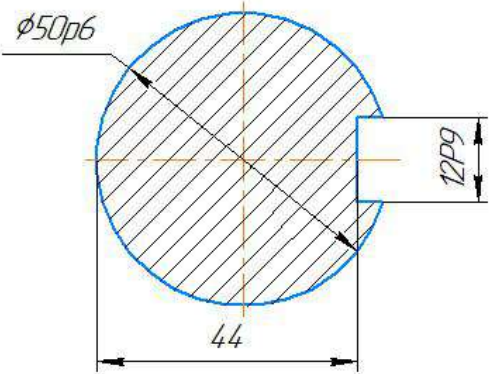


08-6L-067Z

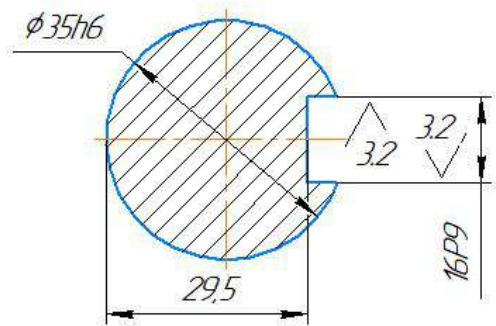
√ Ra6.3(√)



A-A



Б-Б



- 1. HB 229
- 2. Невказані граничні відхилення розмірів: отвору- по H14; валу- по h14, інші по  $\pm \frac{IT14}{2}$
- 3. Центрові отвори ГОСТ14034-74 форма А

2490-79-80

Вал

				2490-79-80		
				Лит.	Масса	Масштаб
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Б	Р	3,4 11
Разраб.	Мирошніченко В.О.					
Пров.	Приходько О.М.					
Т.контр.				Лист	Листов	1
Н.контр.	Динник О.Д.			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.	Динник О.Д.			КФК СумДУ, зр. ГМск2-018		
				Копировал		
				Формат А3		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перв. примен.  
Справ. №  
Полн. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Полн. и дата  
Инв. № подл.

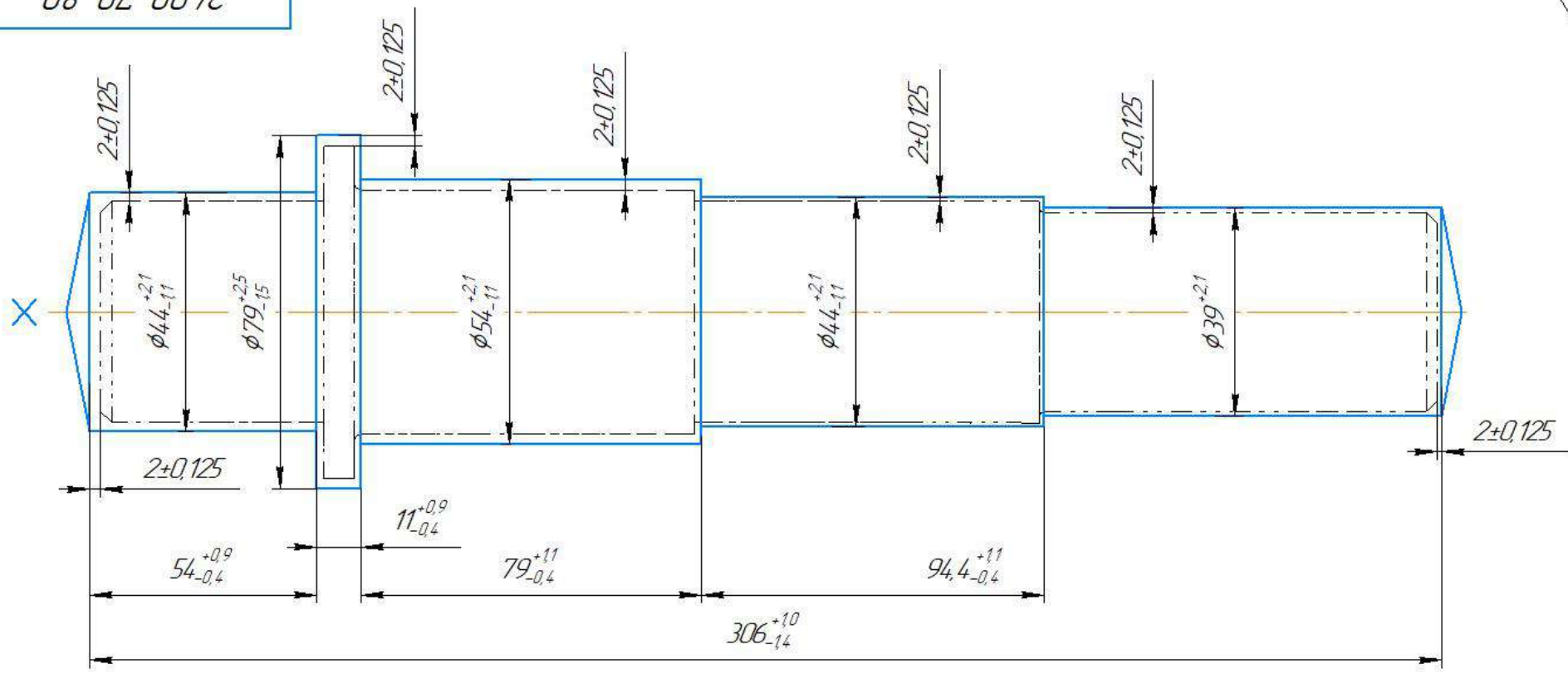
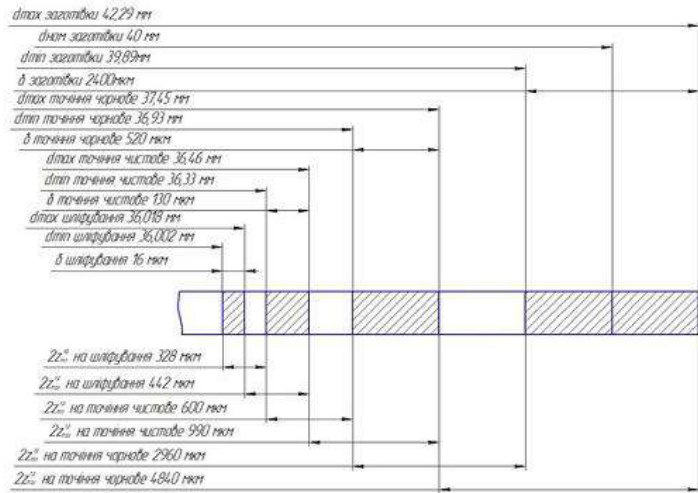


Схема розташування полів припусків



1. Твердість HB 131...170.
2. Група сталі M2, ступень складності C1, клас точності T4 ГОСТ 7505-89.
3. Невказані радіуси за ГОСТ 7505-89.
4. Штамповачні цухили за ГОСТ 7505-89.
5. Невказані граничні відхилення розмірів за ГОСТ 7505-89.

				2490-79-80		
				Вал (штамповка)		Лит. Маса Масштаб
Изм. Лист	№ доцм.	Подп.	Дата	Б Р	4,35	1:1
Разраб.	Мирошніченко В.О.					
Пров.	Приходько О.М.					
Т.контр.				Лист	Листов 1	
Н.контр.	Динник О.Д.			Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.	Динник О.Д.					
				КФК СумДУ, зр. ГМск2-018		1
				Формат А3		



№ операції	Зміст операції	Ескіз	Обладнання та інструмент	№ операції	Зміст операції	Ескіз	Обладнання та інструмент
000 Заготівельна							
005 Фрезерно-центрувальна	1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Фрезерувати тарці 1, 2. 3. Свердлити центрові отвори 3, 4.		<p>Фрезерно свердлувальний налідабтомат НГ-1500</p> <p>Фрези тарцеві з пластинками із твердого сплаву Т15К6</p> <p>2214-0001 60° та 2214-0002 60° ГОСТ24359-80</p> <p>Свердла центрове 2317-0108 ГОСТ14952-75</p> <p>Лещата пневматичні самоцентруючі</p>	020 Шпанкова-фрезерна	1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Фрезерувати шпанковий паз		Шпаночно-фрезерний верстат моделі Bernardo BFM 180 Фреза кінцева φ16 ГОСТ17025-71 Лещата пневматичні самоцентруючі
010 Токарна з ЧПК	<p>Установ А</p> <p>1. Встановити, закріпити та зняти заготовку.</p> <p>2. Точити начорно поверхні 5, 6, та 7.</p> <p>3. Точити начисто поверхні 5, 6 та 7.</p> <p>4. Точимо фаски та канавку 11.</p> <p>Установ Б</p> <p>5. Переустановити заготовку.</p> <p>6. Точити начорно поверхні 8, 9 та 10.</p> <p>7. Точити начисто поверхні 8, 9 та 10.</p> <p>8. Точимо фаски та канавку 12.</p>		<p>Токарний верстат з ЧПК моделі MAST M1 500x1000 SH8</p> <p>Різець токарний прохідний упорний з пластинками із твердого сплаву Т15К6 лівий та правий ГОСТ18879</p> <p>Різець токарний канавочний</p> <p>Різець фасочний 2136-0709 ГОСТ18875-73</p> <p>Центр що обертається ГОСТ8742-75</p> <p>Поводковий центр ГОСТ18257-72</p>	030 Шліфувальна	<p>Установ А</p> <p>1. Встановити, закріпити та зняти заготовку.</p> <p>2. Шліфувати начисто поверхні 19, 20.</p> <p>Установ Б</p> <p>3. Переустановити заготовку</p> <p>4. Шліфувати начисто поверхні 21, 22.</p>		<p>Круглошліфувальний верстат моделі Bernardo URS 3000N</p> <p>Шліфувальний круг 14A32НСМ24К5 ПП 350x20x140 ГОСТ2424-83</p> <p>Центр що обертається ГОСТ8742-75</p> <p>Поводковий центр ГОСТ18257-72</p>
035 Мийна					Промити деталь		Мийна машина
040 Контрольна	Термічна обробка заготовки		Піч		Контролювати поверхні та розміри деталі		Стіл ВТК

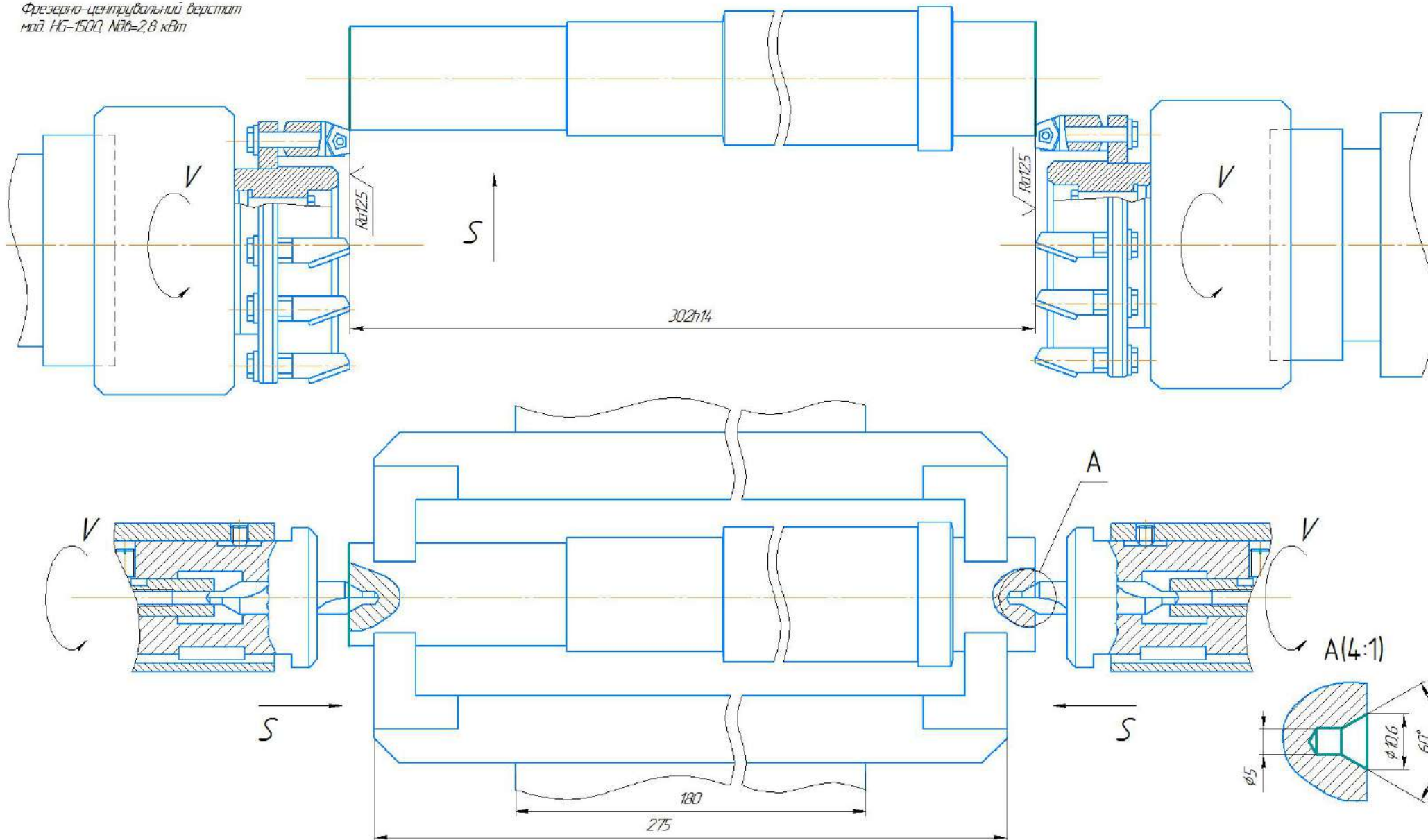
				ГМ.21850004.00-02-00.00 МТ			
Лист	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб	Проєктувальник	В.О.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Проб	Проєктувальник	В.О.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Технік	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Наказ	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом
Від	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом	Відом
				Маршрут механічної обробки Деталі			
				КФК Сум14 ар. ГМ.21850004			
				Лінійний центр			

№ 0000-90-007000581211

# 005 Фрезерно-центрувальна

✓ Ra12,5 (✓)

Фрезерно-центрувальний верстат  
мод. НГ-1500, NДВ-2,8 кВт

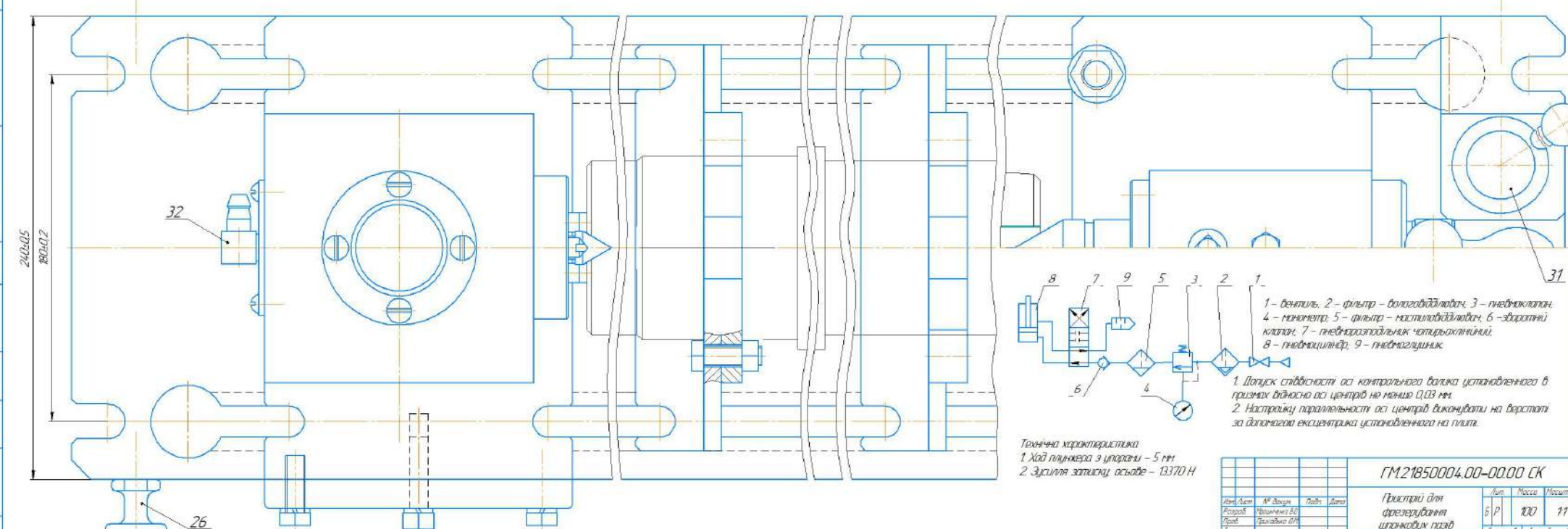
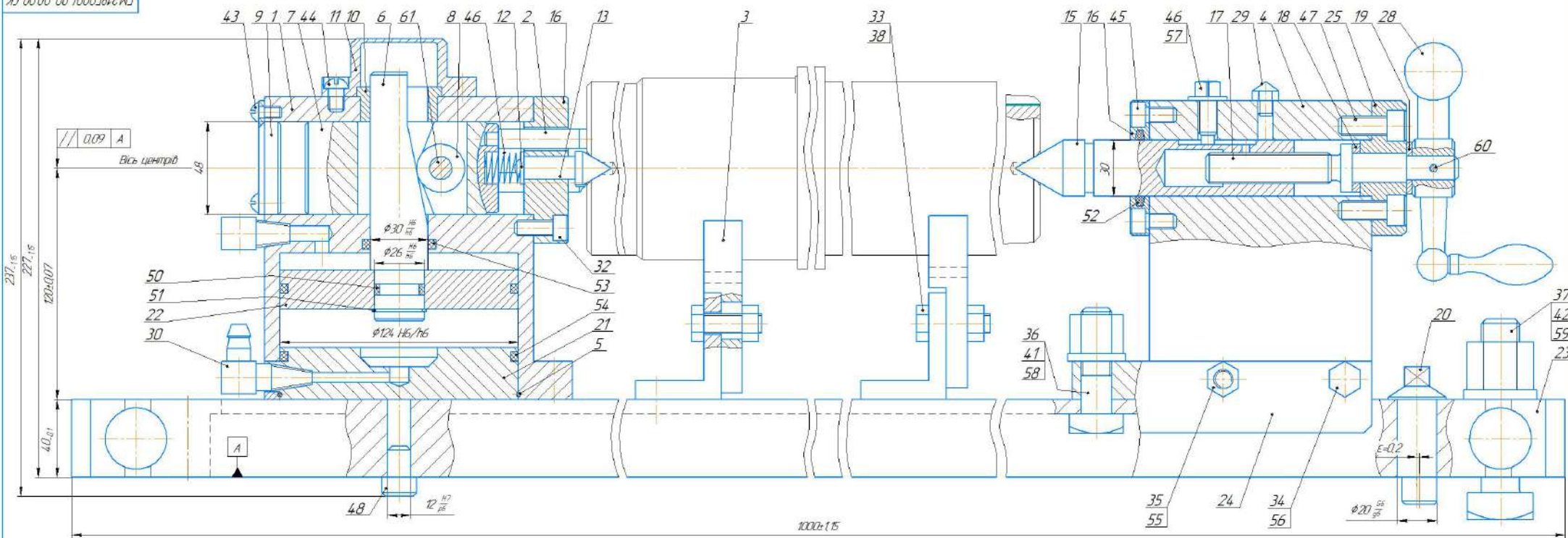


Фрезерна	88	630	2	0,2	0,307	0,96							
Свердлувальна	8,27	815	1575	0,07	0,2								
Найменування операції	V, м/хв	n, хв	t, мм	s <sub>z</sub> , мм/об	T <sub>0</sub> , хв	T <sub>шт</sub> , хв							

ГМ.21850004.00-06-00.00 ОН			
Фрезерно-центрувальна	Лист	Масса	Масштаб
наладка	5 Р		1:1
Фрезерно-центрувальний верстат НГ-1500	Лист	Листів	
			КФЖ СумДУ зр. ГМсх2-018
Копіюваль	Формат	A2	

Листів: 1  
Сторінок: 1  
Всього сторінок: 1  
Листів і дата: 1  
Листів № дод.: 1  
Всього листів №: 1  
Листів і дата: 1  
Листів №: 1





ГМ21850004.00-00.00 СК					Лист 1	
Лист	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Маса	Масштаб
Розроб	Виконав	Вірив	Вірив	Вірив	100	1:1
Проєкт	Проєкція	Проєкція	Проєкція	Проєкція		
Контур	Контур	Контур	Контур	Контур		
Наклад	Вимір	Вимір	Вимір	Вимір		
Вибір	Вибір	Вибір	Вибір	Вибір		

Пристрій для фрезерування шпандових пазів

Висхідні: Кривішніч, др/ГМк2-018

Автори: АТ