

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

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

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

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему Проектування технологічного процесу виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3

Виконав: студент IV курсу, групи ВІ-91/1
спеціальності:

133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Металорізальні верстати та системи»
(назва освітньої програми)

Костянтин ЄВДОКИМОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Андрій ДОВГОПОЛОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Павло КУШНІРОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2023 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<u>Технічних систем та енергоефективних технологій</u>
Кафедра	<u>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітньо-науковий рівень	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва)
Спеціальність	<u>133 «Галузеве машинобудування»</u> (шифр і назва)
Освітня програма	<u>«Металорізальні верстати та системи»</u> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«__» _____ 2023
року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

_____ **Євдокимов Костянтин Сергійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування технологічного процесу
виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16K30Ф3

2. Керівник проєкту Довгополов Андрій Юрійович, к. т. н., старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від _____

3. Термін подання студентом проєкту (роботи) _____

4. Вихідні дані до проєкту (роботи) _____ *Заданий вузол.*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки
(перелік питань, що потрібно розробити) Відповідно до змісту
пояснювальної записки
кваліфікаційної роботи.

Дата видачі завдання – «__» _____ 2023

року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ по р.	Назва етапу кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	2	3	4
1	Вступ	25.04	
2	Аналіз службового призначення верстата, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	27.04	
3	Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	27.04	
4	Опис конструкції токарного верстата 16К30Ф3	28.04	
5	Розроблення робочого креслення заданої деталі	29.04	
6	Аналіз технологічності конструкції деталі	02.05	
7	Вибір способу отримання заготовки й розроблення технічних вимог до неї	04.05	
8	Розроблення технологічного процесу виготовлення заданої деталі	05.05	
9	Креслення аркуша керуючої програми для обробки заданої деталі	05.05	
10	Креслення аркуша операційного налагодження	05.05	
11	Розрахунок припусків на механічне оброблення поверхонь	06.05	
12	Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки	07.05	
13	Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	10.05	
14	Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	12.05	
15	Визначення режимів різання	15.05	
16	Технічне нормування операцій	17.05	
17	Вибір верстатного пристрою	19.05	
18	Креслення аркуша верстатного пристрою	21.05	
19	Висновки	23.05	
20	Список літератури	25.05	
21	Додатки (креслення деталі, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях)	29.05	
22	Оформлення пояснювальної записки	08.06	
23	Оформлення презентації в PowerPoint	09.06	
24	Здавання готової роботи на перевірку керівникові	10.06	
25	Здавання готової роботи на перевірку керівникові	10.06	
26	Затвердження роботи в завідувача кафедри	12.06	
27	Рецензування роботи	14.06	
28	Захист роботи в ДЕК	до 24.06	

Студент	_____	Євдокимов К.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціативи)
Керівник проекту (роботи)	_____	Довгополов А.Ю.
	(підпис)	(прізвище та ініціативи)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій Іванов

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»,
(код та назва)

освітньо - професійної програми «Металорізальні верстати та системи»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3

Здобувача (ки) групи ВІ-91 Євдокимов Костянтин Сергійович
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Костянтин ЄВДОКИМОВ
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник, старший викладач, к.т.н., Андрій ДОВГОПОЛОВ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Консультант _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

РЕФЕРАТ

Вміст пояснювальної записки: 63 с., 21 табл., 17 рис., 25 формул, 15 літературних джерел.

Об'єкт роботи: Деталь типу вал первинний, токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3;

Мета роботи: Розроблення модернізованого технологічного процесу виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3.

В бакалаврській роботі було розроблено модернізований технологічний процес виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3, для проведення поточного ремонту даного верстату. Через економічну доцільність було прийнято рішення виготовити партію кількістю 10 деталей, для можливого подальшого використання заданих деталей в ремонтних цілях на інших верстатах заданої моделі. В процесі виконання проєкту були виконані та визначені наступні показники: визначений тип виробництва – дрібносерійний. за допомогою значення величини партії деталей; виконаний аналіз базового технічного процесу технічних. Проаналізовано та вибрано спосіб отримання заготовки – прокат гарячекатаний круглий звичайно точності.

В роботі запропонований модернізований технічний процес виготовлення заданої деталі з використанням сучасних верстатів з ЧПК. Виконався аналіз технологічних операцій: 015 Токарна з ЧПК та 025 Фрезерувальна з ЧПК, відразу при цьому було проведено обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, технологічного оснащення та верстатного обладнання, підібрані режим різання і виконано нормування часу. Графічна частина роботи виконана для таких креслень: заготовки, маршрутного технологічного процесу вала, верстатне пристосування для повної обробки деталі та поопераційне налагодження для обробки даного валу.

ВАЛ, МОДЕРНІЗОВАНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,
ЗАГОТОВКА, ПРИПУСК, ІНСТРУМЕНТ, НОРМИ ЧАСУ, РЕЖИМИ
РІЗАННЯ, ПРИСТОСУВ

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Аналіз службового призначення верстата, вузла, деталі	8
1.1 Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	8
1.2 Опис конструкції токарного верстата 16К30ФЗ	10
2 Розроблення робочого креслення заданої деталі.....	14
3 Аналіз технологічності конструкції деталі	16
4 Вибір способу отримання заготовки й розроблення технічних вимог до неї	17
5 Розроблення технологічного процесу виготовлення заданої деталі	20
5.1 Розрахунок припусків на механічне оброблення поверхонь.....	21
5.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки	25
5.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	32
5.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	34
5.5 Визначення режимів різання.....	36
5.6 Технічне нормування операцій	37
6 Вибір верстатного пристрою.....	42
Висновки	46
Перелік використаних джерел.....	47
Додаток А.....	50
Додаток Б.....	51
Додаток В.....	55
Додаток Г.....	56
Додаток Д.....	61

ВСТУП

У наш час розвиток машинобудування характеризується різними інноваціями, а також удосконаленнями в машинобудуванні. Постійне вдосконалення конструкції машини технології та їх виробництва.

Основною метою виробництва машин є підвищення якості виготовленої продукції, а саме необхідна кількість з мінімальною витратою матеріалу. Розробка сучасної технології обробки деталей верстатів є одним з найважливіших елементів верстатобудування.

Важливим завданням машинобудування є зміна виробничої структури з метою підвищення якості машин та обладнання. Особливе значення має модернізація машинобудування, яка залежить від технічного рівня верстатобудівної промисловості.

Сьогодні українське машинобудування перебуває в дуже поганому стані, майже всі підприємства працюють на старому обладнанні, певна кількість з них намагається модернізувати та покращити обладнання. Через недостатнє фінансування підприємці змушені й надалі працювати в таких умовах. Як варіант проблема може бути вирішена шляхом допомоги іншої держави, та збільшенням кваліфікованих спеціалістів, які можуть знайти більш економічні шляхи виробництва.

Метою моєї роботи є розроблення модернізованого технологічного процесу виготовлення первинного валу токарного верстата з ЧПК моделі 16К30Ф3, за рахунок застосування останніх передових розробок у галузі машинобудування та верстатобудування.

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВЕРСТАТА, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ

1.1 Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації

Токарний верстат з ЧПК 16К30Ф3 (рисунок 1.1) призначений для точіння поверхонь із ступінчастим або простим криволінійним профілем та нарізування різьби, застосовується на машинобудівних заводах та в інших промислових цехах в різних типах виробництва[3].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд верстату моделі 16К30Ф3

Верстат моделі 16К30Ф3 оснащений системою програмного керування H22-1M. Технічні характеристики верстату наведенні в таблиці 1.1

Основні конструктивні особливості верстата 16К30Ф3:

- Жорсткість основного вузла верстата з широким діапазоном регулювання частот обертання шпинделя та подач;
- Автоматизоване затискання патрону;
- У чотири позиційному різцетримачі можна встановлювати групи інструментів із восьми штук;

- Напрямні із загартованої сталі у поєднанні з підшипниками кочення гарантують довготривалу точність верстата;
- Автоматичне 12-ступінчасте перемикання швидкості обертання шпинделя;
- Використання високошвидкісного приводу подачі із зворотним зв'язком;
- Високі стандарти точності верстата;
- Механічний відвід стружки за допомогою транспортера стружки;
- Внесення змін та редагування програми здійснюється безпосередньо на верстаті.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики верстата 16К30Ф3

Найменування параметру	16К30Ф3
Основні параметри верстата	
Клас точності верстата П за ГОСТ 8-77	П
Позначення системи ЧПК	H22-1M
Найбільший діаметр виробу, що обробляється над станиною, мм	630
Найбільший діаметр виробу, що обробляється над супортом, мм.	320
Найбільша довжина виробу, що обробляється, мм	1400
Шпиндель	
Діаметр отвору в шпинделі, мм	71
Найбільший діаметр пруткової заготовки, що проходить через отвір у шпинделі, мм	70
Кількість швидкостей шпинделя (загальне/ за програмою)	24/ 12
Межі оборотів шпинделя, об/хв	6,3..1600
Центр шпинделя за ГОСТ 13214-67	
Кінець шпинделя за ГОСТ 12593-72	11M
Найбільший крутний момент, на шпинделі, кгс*м	340
Супорт	
Найбільше переміщення супорта: поздовжнє/поперечне, мм	1200/300
Висота різця, що встановлюється в різцетримачі, мм	32
Кількість інструментів, що встановлюються в різцетримач, мм	4, 8
Максимальна швидкість поздовжньої подачі при нарізуванні різьби мм/хв.	2400

Продовження таблиці 1.1

Найменування параметру	16К30Ф3
Основні параметри верстата	
Діапазон швидкостей подач (поздовжніх та поперечних), мм/хв.	0,01...20,47
Швидкість швидких ходів (поздовжніх/поперечних), мм/хв.	6000/5000
Дискретність переміщення (поздовжнього/поперечного, мм)	0,05/0,01
Максимальна швидкість в режимі ручного керування, мм/об	1,5
Найбільше зусилля подачі (поздовжнє/поперечне), кН	15/5
Задня бабка	
Центр шпинделя задньої бабки за ГОСТ 13214-67	Морзе 6
Найбільше переміщення пінолі, мм	240
Найбільше переміщення пінолі від гідроциліндра, мм	100
Параметри систем ЧПК	
Позначення системи ЧПК	H22-1M
Кількість керованих координат (всього/ одночасно)	2/ 2
Тип датчика нульового положення	
Тип датчика зворотного зв'язку	Фото імпульсні
Електроустаткування та приводи верстата	
Електромережа	380/220,50 Гц
Кількість електродвигунів на верстаті	6
Електродвигун головного приводу, кВт (об/хв)	22 (1460)
Електродвигун приводів подач, кВт (об/хв)	2,8 (500)
Електродвигун різцетримача, кВт (об/хв)	0,5 (1415)
Електродвигун станції мастила, кВт (об/хв)	1,5 (1440)
Електродвигун насоса охолодження, кВт (об/хв)	0,12 (2800)
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	
Сумарна потужність верстата, кВт	
Габарити та маса верстата	
Габарити верстата (довжина x ширина x висота), мм	5290 x 3470 x 2105
Маса верстата з ЧПК, кг	7800

1.2 Опис конструкції токарного верстата 16К30Ф3

Напрявні станини під супортом мають призматичну форму спереду і плоску ззаду. Напрявні під задньою бабкою плоскі спереду та призматичну ззаду. Напрявні під супортом загартовані. Усередині станини є похилий люк для відводу стружки та охолоджувальної рідини. Електродвигун головного приводу розташований на тумбі ззаду (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Вигляд задньої частини верстата моделі 16К30Ф3

Задня бабка (рисунок 1.3) ковзає на чотирьох радіальних шарикопідшипниках, встановлених в корпусі. Задня бабка кріпиться до напрямних станини двома планками за допомогою чотирьох гвинтів. Бокове зміщення бабки щодо корпусу забезпечується двома гвинтами та гайками, встановленими на корпусі.

Переміщення пінолі здійснюється вручну та за рахунок гідравлічного приводу. Гідравлічний циліндр приводиться у дію двома педалями.



Рисунок 1.3 – Фото задньої бабки верстата 16К30Ф3



Рисунок 1.4 – Поворотний різцетримач верстата 16М30Ф3

У різцетримач (рисунок 1.4) можна встановити 8 інструментів. Поворот різцетримача виконується за рахунок гідравлічного привода.

Шпиндельна бабка рисунок 1.5 встановлюється на лівій стороні станини. Шпиндель має дві опори в корпусі бабки. Спереду шпиндель спирається на дворядний роликівий підшипник. Задня опора – дворядний роликівий підшипник.

Зміна швидкості обертання шпинделя в межах діапазону досягається шляхом зміни швидкості обертання головного приводу двигуна постійного струму. Перехід від одного діапазону до іншого здійснюється за допомогою гідравлічного циліндра шляхом перемикання зубчастих коліс.

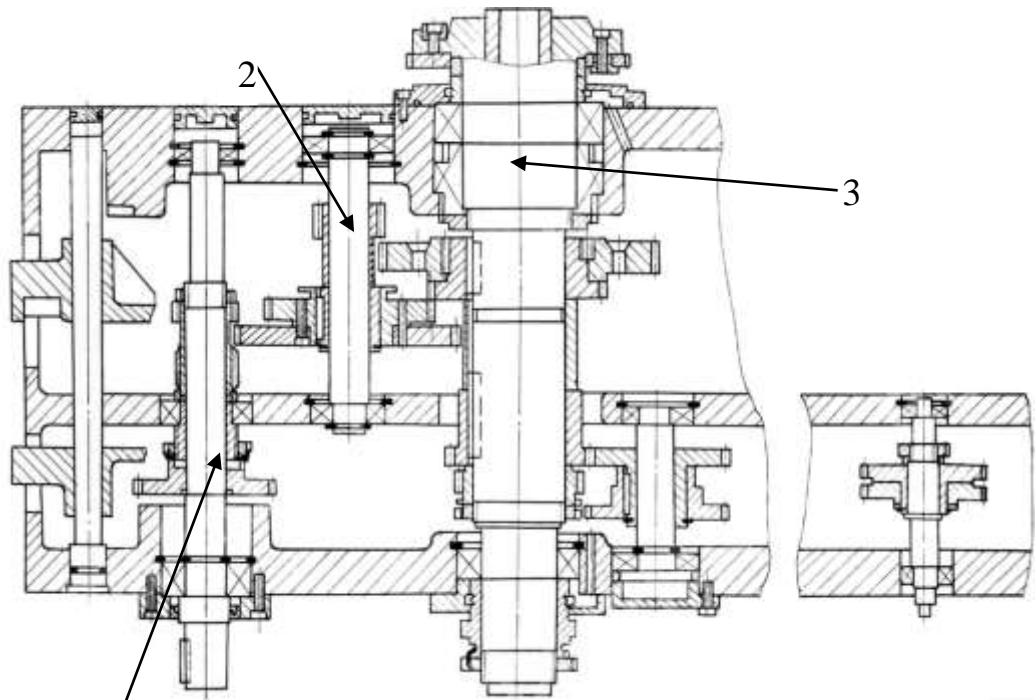


Рисунок 1.5 – Шпиндельна бабка токарного верстата 16М30ФЗ

З рисунку 1.2 видно, що крутний момент від головного двигуна йде через пасову передачу на первинний вал 1. Далі дивлячись рисунок 1.5 крутний момент йде через зубчасту передачу на проміжний вал 2, а потім вже на сам шпиндель верстата 3.

2 РОЗРОБЛЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ

Первинний вал (рисунок 2.1) знаходиться в коробці швидкостей верстата. Від електродвигуна обертовий момент передається саме на первинний вал, а з нього потім через зубчасту передачу крутний момент йде до інших валів (робоче креслення валу додаток А).



Рисунок 2.1 – 3D модель деталі виконаної в CAD системі SolidWorks

Враховуючи конструкцію вала (див. рис. 2.2), визначимо таким чином конструктивні бази деталі[4]:

- Основними поверхнями валу є поверхні циліндричних підшипників.
- Виконавчі поверхні це поверхні шпонки, що передають крутний момент.
- Допоміжні поверхні – це кінець валу, циліндричні поверхні та різьба.

Інші поверхні, які не сполучаються з поверхнями інших деталей, є вільними та визначають лише конститутивну форму деталі.

Базова поверхня в нашому випадку $\varnothing 60k6$ та необроблена поверхня заготовки $\varnothing 70h14$.

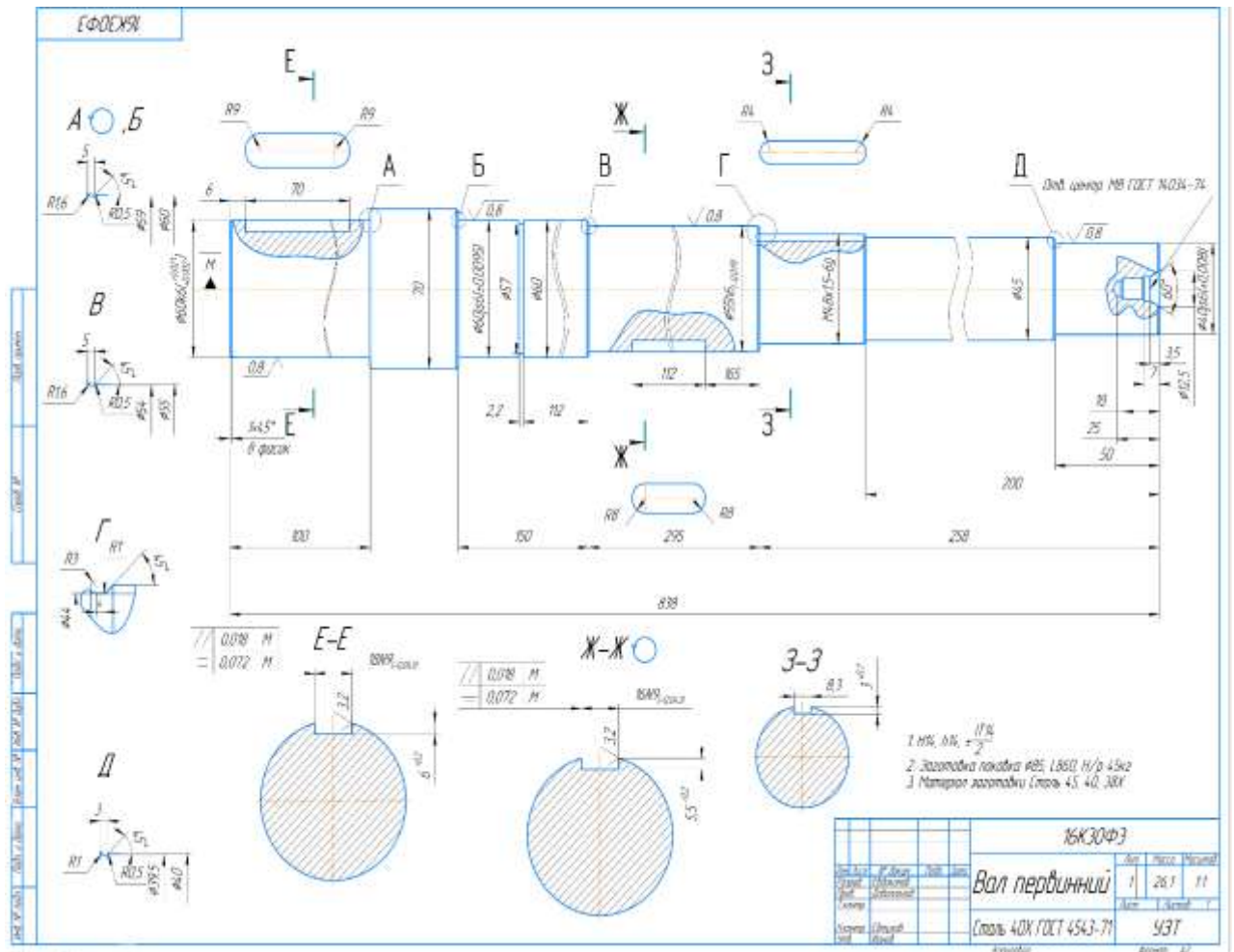


Рисунок 2.2 – Робоче креслення деталі «Вал первинний».

3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технічний (таблиця 3.1) процес виготовлення деталі «Вал первинний».

Таблиця 3.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна		Верстат для гарячого штампування моделі АМР-30
010	Контрольна ВТК		Стіл ВТК
015	Фрезерувальна	Фрезерування торців та центрування заготовки	МР-77
020	Контроль ВТК		Стіл ВТК
025	Токарна	Точити діаметри: Ø42, Ø45, Ø48, Ø57, Ø60, Ø62, Ø70, Ø60. Нарізання різьби М48х1,5-6g. Точити фаски та канавки.	16К20
030	Фрезерувальна	Фрезерування шпонкових пазів (в=18N9, l=70) (в=16N9, l=112) (в=8,3 l=58)	6М12П
035	Контроль ВТК		Стіл ВТК
040	Шліфувальна	Чистове шліфування поверхонь Ø40js6, Ø55h6, Ø60js6, Ø60k6.	3А161
045	Контроль ВТК		Стіл ВТК

4 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ Й РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Трудовитрати та собівартість заготовки залежать від методу її отримання. При виборі заготовки деталі необхідно враховувати їх кількість, склад, розміри і вагу. Матеріал заготовки повинен відповідати певному набору вимог. Також необхідно враховувати точність та якість заготовки.

Вибір заготовки – це питання визначення методу виготовлення, визначаються розміри, додаються допуски на кожну поверхню і встановлюються допуски на неточності виготовлення.

Основні методи виготовлення заготовки деталей машин – лиття, обробка пластичним деформуванням, зварювання, прокатування, порошкова металургія.

Матеріал деталі – сталь 40Х. Так як в нас дрібносерійне виробництво (всього 10 шт.), тому призначаємо заготовку з прокату гарячекатаного круглого звичайної точності за ASTM A29/A29M-15 (рисунок 4.1).

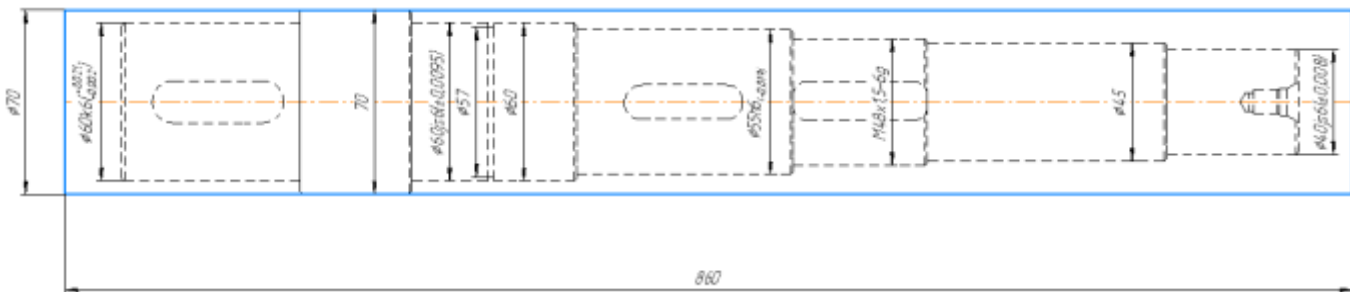


Рисунок 4.1 – Ескіз заготовки з прокату гарячекатаного круглого звичайної точності.

Визначаємо вартість S_{Π} заготовки із прокату за формулою:

$$S_{\Pi} = M + \sum C_0, \quad (4.1)$$

де, M витрати матеріалу заготовки, грн.;

C_0 – витрати на розрізання прутків для отримання штучних заготовок, грн.

$$M = Q * S - (Q - q) * \frac{S_{отх}}{1000} = 26,1 * 44,5 - (26,1 - 14,2) * \frac{300}{1000} = 1155,5 \text{ грн}, \quad (4.2)$$

де, $Q = 26,1$ маса заготовки із прокату;

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * L * j = \frac{\pi * 7.0^2}{4} * 86.0 * 7.9 = 26.1 \text{ кг}; \quad (4.3)$$

$D = 70$ мм – діаметр прутка;

$L = 860$ мм – довжина заготовки із прутка;

$j = 7.9$ г/см³ – питома щільність матеріалу;

$S = 44,5$ грн – ціна одного кілограма матеріалу заготовки;

$q = 14,2$ кг – маса деталі;

$S_{Відх} = 500$ грн – ціна однієї тони відходів.

$$C_0 = \frac{C_{пз} * T_{шт}}{60 * 100} = \frac{1850 * 1,04}{60 * 100} = 0,43 \text{ грн}, \quad (4.4)$$

Де, $C_{пз} = 1850$ грн/г – витрати за один час роботи обладнання;

$T_{шт.}$ – штучний час операції коли розрізаються прутки на окремі заготовки, хв.

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{об} + T_{пер} = 0,38 + 0,61 + 0,05 = 1,04 \text{ хв}, \quad (4.5)$$

де $T_d = 1,85 * (0,065 + 0,030 + 0,04 + 0,20) = 0,61$ хв – додатковий час;

$T_{об} + T_{пер} = 6\% * T_{оп} = 6\% * (T_0 + T_d) = 0,06 * (0,38 + 0,61) = 0,05$ хв – час обслуговування робочого місця і час відпочинку;

$$S_{п} = 1155,5 + 0,43 \approx 1156 \text{ грн},$$

Наведено приклад для порівняння, визначення вартість заготовки, отриману з штампованої поковки. Заготовку приймемо поковка гаряче штампована 85 мм за ISO 9327-1-2011. Довжину поковки приймемо рівною 860 мм. Розрахуємо за допомогою програми SolidWorks і визначимо масу заготовки (натиснувши на функцію масові характеристики), яка становить 39 кг. Вартість заготовки, визначимо за формулою (4.1). Заготовка коштує 1453 грн. Розраховані дані свідчать, що економічно більш вигіднішим є використання гарячекатаного прокату.

5 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ

Проаналізувавши базовий технічний процес було виявлено, що на даний час він дуже затратний і не економічний. Тому був запропонований модернізований технічний процес (таблиця 5.1), економічно затратний та технологічно ефективніший за базовий.

Таблиця 5.1 – Запропонований технічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Обладнання
005	Заготівельна	Відрізання прокату	Стрічкова пила по металу Kraft&Dele KD1734
010	Токарна з ЧПК	Торцювання і центрування	СТХ GAMMA 1250 TC
015	Токарна з ЧПК	Точити діаметр: Ø60к6. Обробка фаски	СТХ GAMMA 1250 TC
020	Токарна з ЧПК	Точити діаметр: Ø40js6, Ø45, Ø48, Ø55h6, Ø60, Ø60js6. Нарізування різьби M48x1,5-6g. Обробка канавки Ø57, та фаски.	СТХ GAMMA 1250 TC
025	Фрезерна з ЧПК	Фрезерування шпонкових пазів (в=16N9, l=112) (в=8,3 l=58)	СТХ GAMMA 1250 TC
030	Фрезерна з ЧПК	Фрезерування шпонкового пазу (в=18N9, l=70)	СТХ GAMMA 1250 TC
035	Контроль ВТК		Стіл ВТК

Опис запропонованого технологічного процесу:

005 Заготівельна операція – відрізання прокату $\varnothing 70$ мм довжиною $L = 860$, на стрічковій пилі по металу Kraft&Dele KD1734.

010 Токарна операція з ЧПК – встановлюємо заготовку, виступ заготовки від кулачків патрона складає 50 мм та торцюємо і робимо центрувальний отвір. Виконуємо дану операцію на верстаті СТХ ГАММА 1250 ТС.

015 Токарна операція з ЧПК – Робимо пере закріплення заготовки: затискаємо її з іншої сторони за діаметр $\varnothing 70$ виступ заготовки від кулачків патрону складає 105 мм. Проводимо обробку поверхні $\varnothing 60_{k6}$ на довжину 100 мм з шорсткістю $Ra = 0.8$ мкм, та точимо фаски. Верстат СТХ ГАММА 1250 ТС.

020 Токарна операція з ЧПК – Робимо пере закріплення заготовки: затискаємо її з іншої сторони за діаметр $\varnothing 60_{k6}$, з іншого боку притискаємо заднім центром. Проводимо обробку поверхонь: $\varnothing 40_{js6}$ на довжину 50 мм з шорсткістю $Ra = 0,8$ мкм, $\varnothing 45$ на довжину 200 мм з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм, $\varnothing 48$ на довжину 58 мм з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм, $\varnothing 55_{h6}$ на довжину 295 мм з шорсткістю $Ra = 0,8$ мкм, $\varnothing 60$ на довжину 112 мм з шорсткістю $Ra = 6,3$ мкм, $\varnothing 60_{js6}$ на довжину 35,8 мм з шорсткістю $Ra = 0,8$ мкм, Нарізаємо різьбу M48x1,5-6g на довжину 58 мм. Точимо канавку $\varnothing 57$ на довжину 2,2 мм, та знімаємо фаски. Верстат СТХ ГАММА 1250 ТС.

025 Фрезерна операція з ЧПК – фрезеруємо шпонкові пази ($v=16N9$, $l=112$) ($v=8,3$ $l=58$). Верстат СТХ ГАММА 1250 ТС.

030 Фрезерна операція з ЧПК – знімаємо заготовку і ставимо її іншою стороною в патрон з проточеними кулачками за $\varnothing 60_{js6}$ та фрезеруємо шпонковий паз ($v=18N9$, $l=70$). Верстат СТХ ГАММА 1250 ТС.

035 Контроль ОТК – контролюємо всі розміри відносно креслення.

Також була створена керуюча програма (додаток Г) та карта налагоджування (додаток Д).

5.1 Розрахунок припусків на механічне оброблення поверхонь

Величина допуску впливає на вартість виробленої деталі. Коли надмірно великий допуск збільшується трудові витрати на виготовлення деталі. А з надмірно малим допуском виникає ризик зробити браковану деталь.

Наведено приклад розрахунку припуску для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 40js6$ для чистового точіння;

Ведеться обробка зовнішньої поверхні обертання, то припуск знаходиться за формулою:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5.1)$$

де, Rz_{i-1} – величина мікро нерівності поверхні яка отримана на попередній операції (переході), мкм;

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

ρ_{i-1} – похибка просторового відхилення форми яка отримана на операції (переході), мкм;

ε_i – похибка встановлення на даній операції (переході), мкм.

Показники, які були перераховані вище, взяті з таблиць, окрім ρ_{i-1} , яка розраховується за формулою:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зс}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{центр}^2}, \quad (5.2)$$

де, $\rho_{см}$ - просторове відхилення зміщення заготовки;

де, $\rho_{зс}$ – коефіцієнт зсуву = 0,6мм = 600мкм [14];

$\rho_{кор}$ – коефіцієнт викривлення = 3,4мм = 3400мкм [14];

$\rho_{центр}$ – коефіцієнт центрування.

$$r_{\text{центр}}^2 = \sqrt{\left(\frac{\delta_{\text{шт.}}}{2}\right)^2 + 0,25^2}, \quad (5.3)$$

Допуску на поверхні, які використані в якості баз на токарній операції, визначаємо за ASTM A29/A29M-15 для заготовок з прокату мм.

$$r_{\text{центр}}^2 = \sqrt{\left(\frac{1600}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 800 \text{ мм},$$

$$r_{\text{заг}} = \sqrt{800^2 + 3400^2 + 800^2} = 3583 \text{ мкм}.$$

Тепер знайдемо для переходу:

$$r = r_{\text{заг}} * K_y, \text{ мкм} \quad (5.4)$$

де: $K_y=0,04$;

$$r_{\text{чис}} = 0,04 * 3583 = 143 \text{ мкм}.$$

Похибка установки та похибка закріплення дорівнює $\varepsilon_y = 0$, так як деталь встановлюється в центрах. Вихідні дані для розрахунку заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1– Вихідні данні для розрахунку припусків.

Найменування переходу Точність		Граничні відхилення, мкм	Елементи припуску,		
			$R_{z\ i-1}$	H_{i-1}	ρ_{i-1}
Прокат	h14	0 -620	150	300	400
Точіння чистове	js6	+8 -8	10	40	45

Так як в нас є всі значення то підставимо у формулу (5.1) визначимо мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\min\text{чис}} = 2 \left(20 + 40 + \sqrt{90^2 + 0^2} \right) = 300 \text{ мкм};$$

Допуски по переходах:

– для точіння чистового: 0,025 мм;

Максимальний розмір знайдемо за формулою:

$$d_{\max} = d_{\min} + \delta, \quad (5.5)$$

$$d_{\max\text{чис}} = 40,016 + 0,025 = 40,041 \text{ мм},$$

Граничні значення припусків визначимо як різницю граничних розмірів попереднього і наступного переходів:

$$2Z_{\min} = d_{\min-1} - d_{\min}, \text{ мкм} \quad (5.6)$$

$$2Z_{\max} = d_{\max-1} - d_{\max}, \text{ мкм} \quad (5.7)$$

Чистова обробка:

$$2Z_{\min} = 40,041 - 40,021 = 0,020 \text{ мм} = 20 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 40,561 - 40,041 = 0,520 \text{ мм} = 520 \text{ мкм}$$

Визначимо загальні припуску на обробку:

$$2Z_{\max\text{заг}} = 520 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min\text{заг}} = 20 \text{ мкм}$$

Номінальний розмір заготовки визначимо за формулою:

$$d_{\text{заг ном}} = d_{\text{ном дет}} + Z_{0 \text{ ном}}, \text{ мм} \quad (5.8)$$

де $Z_{0 \text{ ном}}$ – найбільший припуск

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{0 \text{ min}} + H_3 - H_D, \text{ мкм} \quad (5.9)$$

Де,

$Z_{0 \text{ min}}$ – найменший загальний припуск, мкм;

H_D – нижнє відхилення у деталі, мкм;

H_3 - нижнє відхилення у заготовці, мкм.

$$Z_{0 \text{ ном}} = 20 + 620 - 8 = 632 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{заг ном}} = 40 + 0,632 = 40,632 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\text{заг ном}} = 41_{-0,3}^{+0,63}$

Схему розташування припусків і допусків даної поверхні вказана на рисунку 5.1.

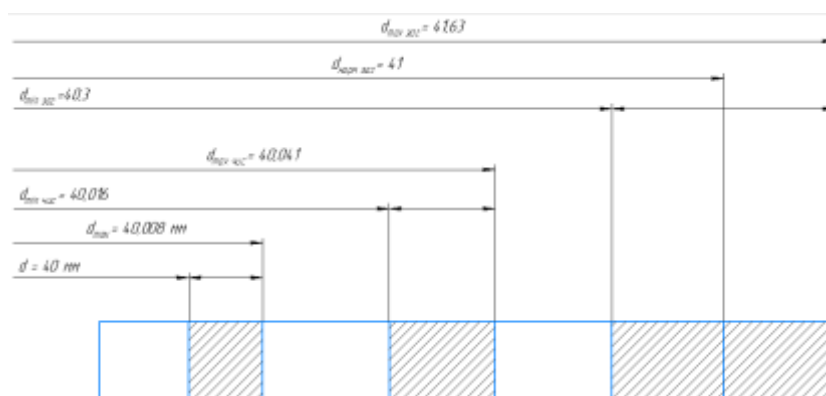


Рисунок 5.1 – Схема полів і допусків.

5.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

Відповідно до модернізованого технологічного процесу потрібно проаналізувати схеми базування й закріплення даної заготовки на верстаті.

Схема базування і закріплення заготовки впливає не тільки на якість і точність оброблених поверхонь, а й на подальший вибір верстатного устаткування. Потрібно враховувати, що схема базування повинна передбачати як принцип сталості, так і принцип єдності технологічної,

конструкторської і вимірювальної баз, повинно бути зручно закріплювати заготовки, та можливість багато інструментальної обробки поверхонь. Операція 010 Токарна з ЧПК На верстаті СТХ GAMMA 1250 ТС виконується обробка поверхонь, показані на рисунку 5.2.

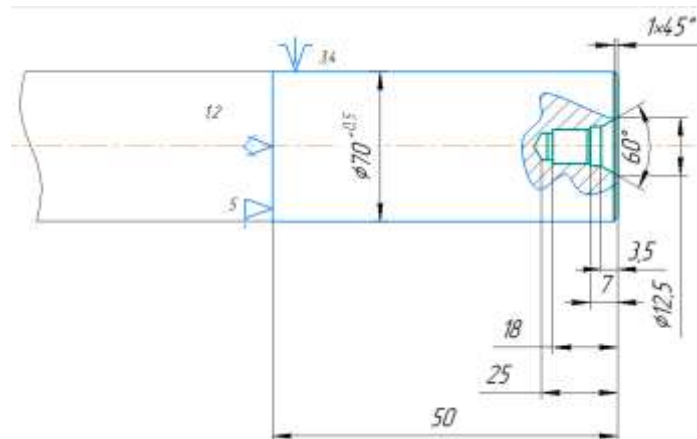


Рисунок 5.2 – Базування та закріплення заготовки на операції 010.

Необхідну точність обробки забезпечуємо певним становищем заготовки щодо різального інструменту. Характеристикою положення заготовки при обробці є шість ступенів свободи. Кожне тверде тіло має 6 ступенів свободи, або 3-х координатне переміщення вздовж осей X, Y, Z. Для того щоб позбавити деталь всіх 6-й ступенів свободи, потрібно забезпечити силовий контакт поверхні деталі в пристосуванні з 6-ю нерухомими точками. Про це нам свідчить правило 6-й точок. Причому ці 6 точок мають бути розташовані в 3-х взаємно перпендикулярних площинах (таблиця 5.2).

Заготовку встановлюємо в 3х кулачковій пневматичний патрон. Деталь автоматично позбавляється всіх 6 ступенів свободи: можливості переміщення відносно осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z (таблиця 5.3).

Таблиця 5.2 – Таблиця відповідностей.

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	Подвійно напрямна база
3,4,5		Опорна база
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 5.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно напрямна база
a	0	0	0	
L	1	0	0	Вакансія Подвійно напрямна база
a	0	1	1	
L	0	0	0	Опорна база
a	1	0	0	

015 Токарна з ЧПК На верстаті СТХ ГАММА 1250 ТС виконується обробка поверхонь, які показані на рисунку 5.3

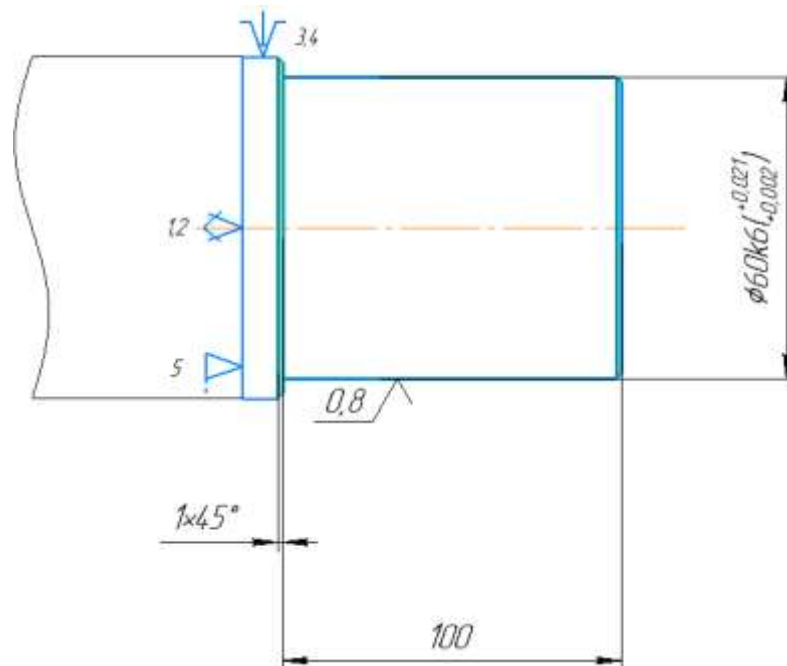


Рисунок 5.3 – Базування та закріплення заготовки на операції 015.

Заготовку встановлюємо також в 3х кулачковий пневматичний патрон. Деталь автоматично позбавляється всіх 6 ступенів свободи (таблиця

5.4): можливості переміщення відносно осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z (таблиця 5.5).

Таблиця 5.4 – Таблиця відповідностей.

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	Подвійно напрямна база
3,4,5		Опорна база
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 5.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно напрямна база
a	0	0	0	
L	1	0	0	Опорна база
a	0	1	1	Вакансія
L	0	0	0	Подвійно напрямна база
a	1	0	0	
				Опорна база

020 Токарна з ЧПК На верстаті СТХ ГАММА 1250 ТС виконується обробка поверхонь, які показані на рисунку 5.4.



Рисунок 5.4 – Базування та закріплення заготовки на операції 020.

Деталь встановлюємо в 3х кулачковий пневматичний патрон, з іншого боку притискання відбувається за рахунок задньої бабкою з обертаючим центром. Деталь позбавляється всіх 6 ступенів свободи(таблиця 5.6):

можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z(таблиця 5.7).

Таблиця 5.6 – Таблиця відповідностей.

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	Подвійно напрямна база
3,4,5		Опорна база
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 5.7 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно напрямна база
a	0	0	0	
L	1	0	0	Вакансія
a	0	1	1	
L	0	0	0	Опорна база
a	1	0	0	

025 Фрезерна з ЧПК На верстаті СТХ ГАММА 1250 ТС виконується обробка поверхонь, які показані на рисунку 5.5.

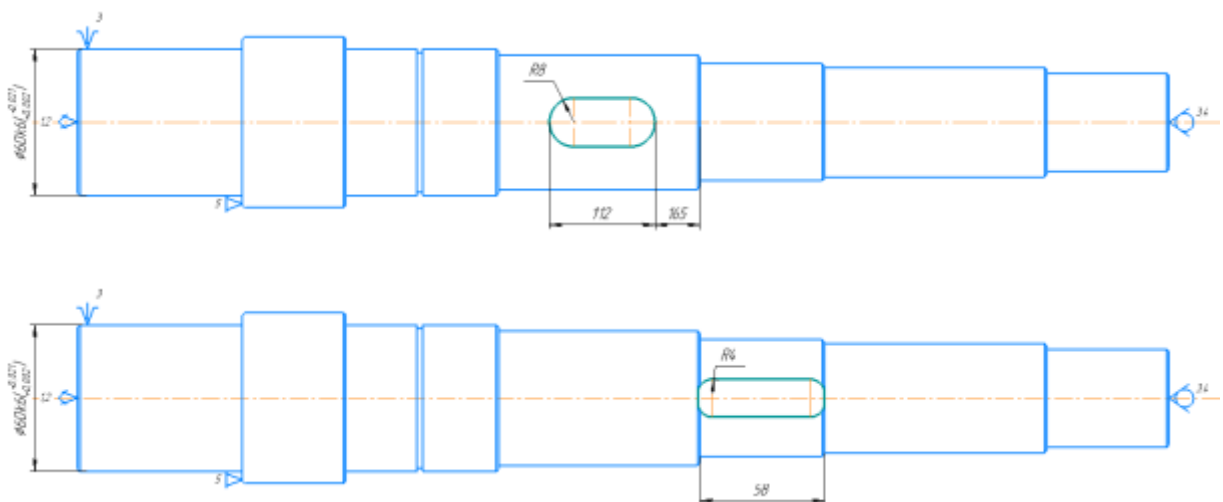


Рисунок 5.5 – Базування та закріплення заготовки на операції 025.

Деталь встановлюємо в 3х кулачковий пневматичний патрон, з іншого боку притискання відбувається за рахунок задньої бабкою з обертаючим центром. Деталь позбавляється всіх 6 ступенів свободи(таблиця 5.8): можливості переміщення щодо осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z(таблиця 5.9).

Таблиця 5.8 – Таблиця відповідностей.

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	Подвійно напрямна база
3,4,5		Опорна база
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 5.9 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно напрямна база
a	0	0	0	
L	1	0	0	Вакансія
a	0	1	1	
L	0	0	0	Опорна база
a	1	0	0	

030 Фрезерна з ЧПК На верстаті СТХ ГАММА 1250 ТС виконується обробка поверхонь, які показані на рисунку 5.6.

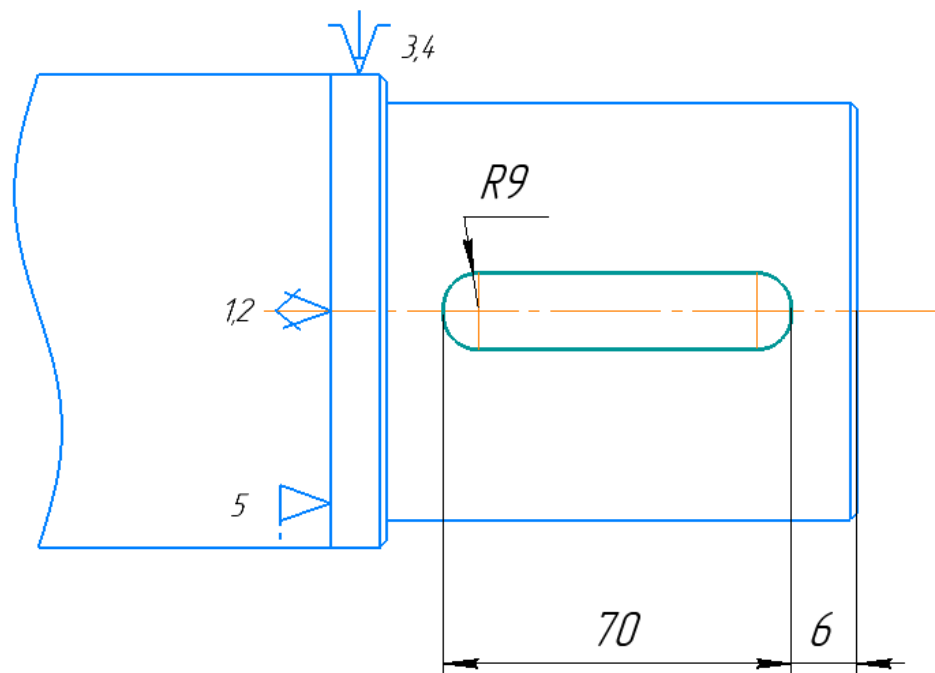


Рисунок 5.6 – Базування та закріплення заготовки на операції 030.

Заготовку встановлюємо також в 3х кулачковій пневматичний патрон. Деталь автоматично позбавляється всіх 6 ступенів свободи(таблиця 5.10): можливості переміщення відносно осей X, Y, Z і обертання навколо X, Y, Z(таблиця 5.11).

Таблиця 5.10 – Таблиця відповідностей.

Зв'язки	Ступені свободи	Найменування баз
1,2	II, III, IV, V	Подвійно напрямна база
3,4,5		Опорна база
6	I, VI	Вакансія

Таблиця 5.11 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	1	Подвійно напрямна база
a	0	0	0	
L	1	0	0	Вакансія
a	0	1	1	
L	0	0	0	Опорна база

а	1	0	0	
---	---	---	---	--

5.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Для вибору верстатів рекомендується брати існуючі сучасні каталоги-довідники металорізальних верстатів, дотримуючись вимог враховувати технологічні методи оброблення поверхонь, що вміщені у операцію; тип виробництва; габарити робочого простору; потужність двигунів; встановлену кількість інструментів.

Для операції 005 Заготівельна – використовується стрічкова пила по металу Kraft&Dele KD1734 (рисунок 5.7). Завдяки своїй характеристиці, пила KD1734 найкраще підходить для відрізання прокату на заготовки [12]. Стрічкова пила має автоматичний вимикач та забезпечує плавне опускання рами пилки за допомогою гідравлічного приводу. Технічні характеристики наведені в таблиці 5.12



Рисунок 5.7 – Фото стрічкової пили по металу Kraft&Dele KD1734.

Таблиця 5.12 – Технічні характеристики стрічкової пили по металу Kraft&Dele KD1734

Напруга	Потужність пристрою	Швидкість стрічки	Діаметр круглого профілю при зрізі 90°	Діаметр круглого профілю під кутом зрізу 45°	Діаметр круглого профілю при зрізі 60°	Розміри
230 В / 50-60 Гц.	700 Вт	1450 об/хв	125 мм	95 мм	50 мм	1000x550 x1100 мм

Для операцій 010 Токарна з ЧПК – буде використаний токарно-фрезерний верстат (обробний центр) для 6-сторонньої повної обробки СТХ ГАММА 1250 ТС (рисунок 5.8). Наведений тип верстату обираємо за певними факторами, габарити, потужність двигуна, жорсткість цілком дозволяють оброблювати такий тип деталей. Технічні характеристики наведені в таблиці 5.13. Верстат має широкий аспект вибору інструменту, так як він є багатоцільовим, він виконує токарну, свердлильну та фрезерну обробку, в наступних операціях це дозволить виконати фрезерну операцію, таким чином, завдяки багатофункціональності верстата, ми значною мірою скорочуємо шлях обробки деталі, що зменшує час на підготовку деталі до наступної операції. Система ЧПК SIEMENS дозволяє точно і без складнощів виконати обробку даної деталі[13].



Рисунок 5.8 – Фото верстата СТХ ГАММА 1250 ТС.

Таблиця 5.13 – Технічна характеристика верстата СТХ GAMMA 1250

ТС

Макс. діаметр заготовки	700 мм
Макс. довжина заготовки	1250 мм
Макс. діаметр прутка	127 мм
Макс. хід осі X	800 мм
Макс. хід осі Y	420 мм
Макс. хід осі Z	1300 мм
Крутний момент шпинделя	220 Нм
Швидкість видалення матеріалу	До 1,583 см ³ /хв
Потужність головного приводу	36 кВт
Максимальна частота обертання шпинделя	12000 об/хв

5.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.

Щоб забезпечити необхідний результат для обробки деталі необхідно обрати для певної операції верстатні пристрої, металорізальні та верстатні інструменти. При правильному виборі всього переліченого оснащення, можна досягти найбільшої ефективності при обробці, тим самим збільшити стійкість ріжучого інструмента, та економічно вигідно використовувати його.

Для операції 015 – Токарна з ЧПК: застосуємо наступні вимірювальні, ріжучі інструменти та верстатні пристрої:

Верстатний пристрій – патрон пневматичний 3-х кулачковий токарний ROTA TP 315-105 Z235-SV90°.

Ріжучий інструмент наведений в таблиці 5.14 [8]

Таблиця 5.14 – Ріжучий інструмент для операції 015 Токарна з ЧПК

<p>Різець прохідний TCLNR 2525 M16</p>	
<p>Різець канавковий VKATL-JK-2525- (49-80)-3C</p>	
<p>Різець прохідний (чистовий)DVJNR- 2525-M16</p>	

Вимірювальний інструмент: Мікрометр цифровий 50-75 мм 293-232-30; Зразки шорсткості Ra = 0,8.

Для операції 020 – Токарна з ЧПК, застосовуємо:

Верстатний пристрій – задній обертовий центр DIN 806 МК5;

Ріжучі інструменти:

- Різець прохідний TCLNR 2525 M16;
- Різець канавковий IGER2020K3;
- Різець різьбовий MMTER2525M16-C;

Вимірювальний інструмент:

- Мікрометр цифровий 50-75 мм 293-232-30;
- Цифровий мікрометр 25-50 мм 293-231-30;
- Калібр для канавки;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ISO 3599-76;
- Мікрометр для вимірювання різьби 25-50 мм, 126-126;
- Зразки шорсткості Ra = 0,8.

Для операції 025 – Фрезерна з ЧПК, застосовуємо:

Ріжучі інструменти [15]:

- Фреза кінцева РМК3.z4.16.36.100.30.F000 TiAlN.
- Фреза кінцева РМК3.z4.08.40.100.30.F000 TiAlN.

Вимірювальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ISO 3599-76;
- Мікрометричний глибиномір цифровий ГМЦ-150 DIN 863 T2;

Для операції 030 – Фрезерна з ЧПК, застосовуємо:

Ріжучі інструменти: Фреза кінцева РМК4.z4.18.32.92.30.F050 TiAlN.

Вимірювальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ISO 3599-76;
- Мікрометричний глибиномір цифровий ГМЦ-150 DIN 863 T2;

5.5 Визначення режимів різання

В наш час спеціалісти не сидять на місці, вони постійно вдосконалюють інструмент та вираховують режими різання для кожного із них і вносять в таблиці. Тому візьмемо табличні значення для декількох операцій. Матеріал заготовки сталь 40Х.

Для операції 015 – Токарна з ЧПК. Режими різання наведені в таблиці

5.15

- Пластина токарна чорновий CNMG120408-MW5 WPP20G.
- Пластина токарна чистова DX18-1E120N01-CE4 WSM33S.
- Пластина токарна канавкова VNGG160404-NFT WS10.

Таблиця 5.15 – Режими різання для токарних пластин [9]

Індекс пластинки	Подача за оберт S , мм	Глибина різання t , мм	Швидкість різання V , м/хв
CNMG120408- MW5 WPP20G	0,2 – 0,65	0,8 – 4	170 – 520
DX18-1E120N01- CE4 WSM33S	0,04 – 0,13	–	120 – 220

VNKG160404-NFT WS10	0,04 – 0,13	0,1 – 1,5	50 – 60
---------------------	-------------	-----------	---------

Для операції 025 – Фрезерна з ЧПК. Режими різання наведені в таблиці 5.16

Таблиця 5.16 – Режими різання для твердосплавних кінцевих фрез[10]

Індекс фрези	Подача на зуб S_z , мм/зуб	Швидкість різання V_c , м/хв	Частота обертання шпинделя n , об/хв	Хвилина подача S_m , мм/хв
PMK3.z4.16.36.100.30.F000 TiAlN	0,12	95	1890	900
PMK3.z4.08.40.100.30.F000 TiAlN	0,1	90	3580	1400

5.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування операцій є основою розрахунків продуктивності праці. З цією метою розрахуємо технічні норми штучно-калькуляційного часу, так як раніше було визначено тип виробництва – дрібносерійне. Технічне нормування будемо виконуватися для операції 015 – Токарна з ЧПК.

Визначимо машинний час за формулою:

Розрахунок головного часу обробки деталі знайдемо за формулою:

$$T_o = \frac{l_{px}}{S_{xv}} * i \text{ (хв)}, \quad (5.10)$$

де l_{px} - довжина поверхні;

S_{xv} – хвилинна подача;

i – кількість проходів;

$$T_o = \frac{100}{650} * 4 = 0,61 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою:

$$T_{\text{Ш-К}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_o + T_d + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відп}}, \quad (5.12)$$

де $T_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заключний час, хв;

T_o – основний (технологічний) час, хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$T_{\text{обсл}}$ – час обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп}}$ – час, необхідний на особисті потреби робітника, хв;

n – кількість деталей у партії.

Підготовчо-заключний час визначимо за формулою:

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{п.з.1}} + T_{\text{п.з.2}}, \quad (5.13)$$

де $T_{\text{п.з.1}}$ – час на налагодження верстата, $T_{\text{п.з.1}} = 15$ хв

$T_{\text{п.з.2}}$ – час на отримання і здачу інструмента, $T_{\text{п.з.2}} = 5$ хв.

Тоді:

$$T_{\text{п.з}} = 15 + 5 = 20 \text{ хв.}$$

Основний час $T_o = 7,34$ хв.

Допоміжний час T_d визначимо за формулою:

$$T_d = T_{\text{ус}} + T_k + T_{\text{вим}}, \quad (5.14)$$

де $T_{\text{ус}}$ – час на установку та зняття деталі, $T_{\text{ус}} = 5$ хв;

T_k – час на прийоми керування, $T_k = 2$ хв;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання деталі, $T_{\text{вим}} = 2,5$ хв;

Тоді:

$$T_d = 5 + 2 + 2,5 = 9,5 \text{ хв.}$$

Визначимо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 7,34 + 9,5 = 17,3 \text{ хв.}$$

Визначимо $T_{обсл}$ за формулою:

$$T_{обсл} = T_{оп} * 3,5\% = 9,5 * 0,035 = 1 \text{ хв.}$$

Визначимо $T_{відп}$ за формулою:

$$T_{відп} = T_{оп} * 5\% = 9,5 * 0,05 = 1,26 \text{ хв.}$$

Визначимо штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_v \quad (5.15)$$

Тоді,

$$T_{шт} = 17,3 + 1 + 1,26 = 20,3 \text{ хв.}$$

За формулою 5.12 штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{20}{10} + 7,34 + 9,5 + 1 + 1,26 = 21,1 \text{ хв.}$$

Операція 025 Фрезерна з ЧПК.

Розрахунок основного часу T_o

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_{XB}} * i \quad (5.16)$$

$$L_{px} = l - D_\phi \quad (5.17)$$

де T_o - основний час;

L_{px} – довжина робочого ходу;

l – довжина оброблюваної поверхні;

D_ϕ – діаметр фрези;

$$i = \frac{h}{t} \quad (5.18)$$

Паз 16N9

$$L_{px} = 112 - 16 = 96 \text{ мм};$$

$$i = \frac{5,5}{0,5} = 11;$$

$$T_o = \frac{96}{907} * 11 = 1,16 \text{ хв.}$$

Паз 8,3

$$L_{px} = 58 - 8 = 50 \text{ мм};$$

$$i = \frac{3}{0,5} = 6;$$

$$T_o = \frac{50}{1432} * 6 = 0,5 \text{ хв.}$$

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} \quad (5.19)$$

де T_o - основний час;

$T_{мд}$ - машино-допоміжний = 0.15 хв;

$$T_{ца} = 2,06 + 0,15 = 2,21 \text{ (хв)}$$

Визначимо підготовча-завершальний час $T_{пз}$

$$T_{пз} = 15 \text{ хв.}$$

Визначимо штучно-калькуляційного часу $T_{шк}$

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (5.20)$$

$$n = \frac{T_{эм} - T_{пз}}{T_{шт}}, \quad (5.21)$$

$T_{зм}$ - час зміни (480хв)

$$n = \frac{480-15}{11,31} = 11,41$$

$$T_{ш-к} = 11,31 + \frac{15}{11,41} = 13,02 \text{ хв.}$$

Результати нормування записані в таблиці 5.17

Таблиця 5.17 - Результат нормування

Операція	T_o , хв	T_v , хв	T_{mv} , хв	$T_{шт}$, хв	$T_{пз}$, хв	$T_{ш-к}$, хв
015 – Токарна з ЧПК	7,34	1,26	17,3	20,3	20	21,1
025 Фрезерна з ЧПК.	2,06	0,5	10,06	11,31	15	13,02

6 ВИБІР ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

В даній роботі верстатний пристрій не використовується, тому що вибраний верстат повністю виконує всі операції. Взамін верстатного пристрою буде описаний затискний пристрій верстату – трьох кулачковий пневматичний патрон.

Призначення та загальні характеристики

Патрон токарний пневматичний трьох кулачковий (рисунок 6.1) – це вид затискного пристрою, який використовується для фіксації заготовок під час роботи на токарному верстаті. Оснащений пневматичним приводом. Робота на токарному устаткуванні потребує безпечного кріплення деталей та робочого інструменту на високих робочих швидкостях. Завдання реалізується за допомогою спеціального оснащення – патрона, що фіксує. Пристрій з трьома кулачками та само центруванням гарантує надійне стискання та кріплення під час токарних операцій. Трикулачкові патрони з само центруванням виключають можливість зсуву, забезпечуючи високу точність та якість виробів. Технічні характеристики трьох кулачкового пневматичного патрону наведені в таблиці 6.1.

Пристрій складається з пневматичного механізму та безпосередньо патрона. Пневматична частина містить поршневу-штокову пару та повітряний циліндр, а також повітропровід з арматурою (додаток В).

Пристрої мають низку типорозмірів, залежно від необхідної сили обтиску. Вона залежить від розміру поршня та тиску повітря у пневмосистемі. Пневматичний патрон дозволяє фіксувати вироби з більшим діапазоном розмірів.

Переваги пневматичного приводу під час роботи з самоцентрувальними патронними трикулачковими пристроями[1].

- Стійка фіксація з постійною силою захоплення.
- Можливість регулювання сили затискання.
- Для управління приводом не потрібно великих зусиль.

- Безпека пристрою у роботі та обслуговуванні.
- Забезпечення високої точності обробки.

Пневматичні патрони полегшують працю, позбавляючи оператора від непотрібних зусиль.

Вироби виконані з якісних матеріалів, стійкі до зношування, безвідмовні.

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики 3-х кулачкового пневматичного патрону ROTA TP 315-105 Z235-SV90°[11]

Хід на кулачок	Макс. сила затиску при 6 бар	Макс. тиск спрацьовування	Макс. Обороти за хвилину	Вага
5 мм	100 кН	3 - 8 бар	3000 об/хв	78 кг



Рисунок 6.1 – Патрон пневматичний 3-х кулачковий токарний ROTA TP 315-105 Z235-SV90°[11].

Операція 015 – токарна з ЧПК

$D_{п.п.} = 60$ мм – діаметр оброблюваної поверхні

$D_3 = 70$ мм – діаметр заготовки

$L_3 = 100$ мм – довжина заготовки

$P_z = 2686$ Н - сила різання

Визначимо коефіцієнт запасу для трикулачкового патрона, що самоцентрується, з пневматичним приводом затиску:

$$K_{\text{зап}} = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 = 1,5 * 1 * 1,2 * 1,2 * 1 * 1 * 1 = 2,16.$$

Де $K_0 = 1,5$ - постійний коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготівлі;

$K_2 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ріжучого інструменту;

$K_3 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці уривчастих поверхонь на деталі;

$K_4 = 1$ - коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує зручне розташування ручки для ручних затискних пристроїв;

$K_6 = 1$ - коефіцієнт, що враховує наявності моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Визначимо силу затискання деталі одним кулачком патрона:

$$W_k = P_z \frac{\sin a / 2D_{o.п}}{n_k * f_{т.п.} * D_{n.k.}} * K_{\text{зак}} = 2686 \frac{1 * 60}{3 * 0,8 * 70} * 2,16 = 2072 \text{ Н.}$$

$n_{\text{до}} = 3$ – число кулачків у патроні;

$f_{т.п.} = 0,8$ – коефіцієнт тертя робочих поверхнях кулачків;

Визначимо силу на штоку приводу трикулачкового патрона:

$$Q_{\text{шт}} = W_k n_k K_{mp} \left(1 + \frac{3 * a_k}{h_k} * f_k \right) = 2072 * 3 * 1,05 \left(1 + \frac{3 * 50}{70} * 0,1 \right) \\ = 7925$$

$K_{тр} = 1,05$ - коефіцієнт, що враховує додаткові сили тертя патроні;
 $a_k = 50$ мм – виліт кулачка від середини його опори в пазу патрона до центру докладання сили одному кулачка;

$h_{до} = 70$ мм – довжина напрямної частини кулачка;

$f_{до} = 0,1$ – коефіцієнт тертя кулачка.

Визначимо дійсну силу затискання деталі:

$$Q_{ш.д.} = \frac{\pi D_{ц}^2}{4} * \rho * \eta = \frac{3,14 * 250^2}{4} * 0,39 * 0,85 = 16264$$

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії;

$D_{ц} = 250$ мм – діаметр циліндра;

$\rho = 0,39$ Мн / м - тиск стисненого повітря.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання бакалаврського проекту були отримані наступні результати:

- Було проведено аналіз службового призначення токарного верстату з ЧПК 16К30Ф3, який містить вал первинний, що входить до коробки швидкостей. Був виконаний опис конструктивних особливостей даного валу та умов його експлуатації. Виконано аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.

- За рахунок проведення аналізу технологічності деталі було встановлено дрібносерійний тип виробництва.

- Наведений модернізований технічний процес. Підібрані сучасні верстатні пристрої та ріжучі інструменти.

- Обговорене питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях (додаток Б).

Під час виконання роботи було розроблено дві операції: токарна та фрезерувальна: підібрані найбільш належні схеми базування, обладнання для обробки та верстатне оснащення, а саме 3-х кулачковий пневматичний патрон; розраховано режими різання та технічне нормування операцій. Виконаний розрахунок і спроектовано спеціальне пристосування для закріплення заготовки на верстаті.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кушніров, П. В. 2659 Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Технологічна оснастка" [Текст] : для студ. за напрямом підготовки 6.050502 - «Інженерна механіка» (спец. "Технологія машинобудування", "Металорізальні верстати та системи", "Інструментальне виробництво") денної та заочної форм навчання. Ч.1 / П. В. Кушніров. – Суми : СумДУ, 2009. – 52 с. – 4-66.
2. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В. Г. Євтухов.– Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
3. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.
4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
5. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.
6. Основи охорони праці В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с. 20. ГОСТ

7. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунковографічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування для студентів освітньо-кваліфікаційних рівнів: «бакалавр» за напрямами підготовки: 6.050502 «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування», 6.050604 «Енергомашинобудування»; «спеціаліст» спеціальності 7.090202 «Технологія машинобудування» усіх форм навчання: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В.Г.Євтухов, В.О.Іванов.– Суми: Сумський державний університет, 2011.– 59 с.

8. Сайт компанії виробника металообробного інструменту «VORGEN» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [Catalog – VORGEN – 2020.](#)

9. Сайт компанії виробника ріжучого інструмента «WALTER» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [Product range overview of indexable inserts for ISO turning: Carbide – Grades and Geometries.](#)

10. Сайт компанії виробника ріжучого інструменту «MasterCut» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [FRACTIONAL PRODUCT CATALOG ENDMILLS • DRILLS • REAMERS • ROUTERS • BURS.](#)

11. Сайт компанії виробника верстатного оснащення «SCHUNK» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [Complete Catalogue Lathe Chucks 2022.](#)

12. Сайт компанії «GURKIT» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [PROFESSIONAL GRADE SAW BLADES.](#)

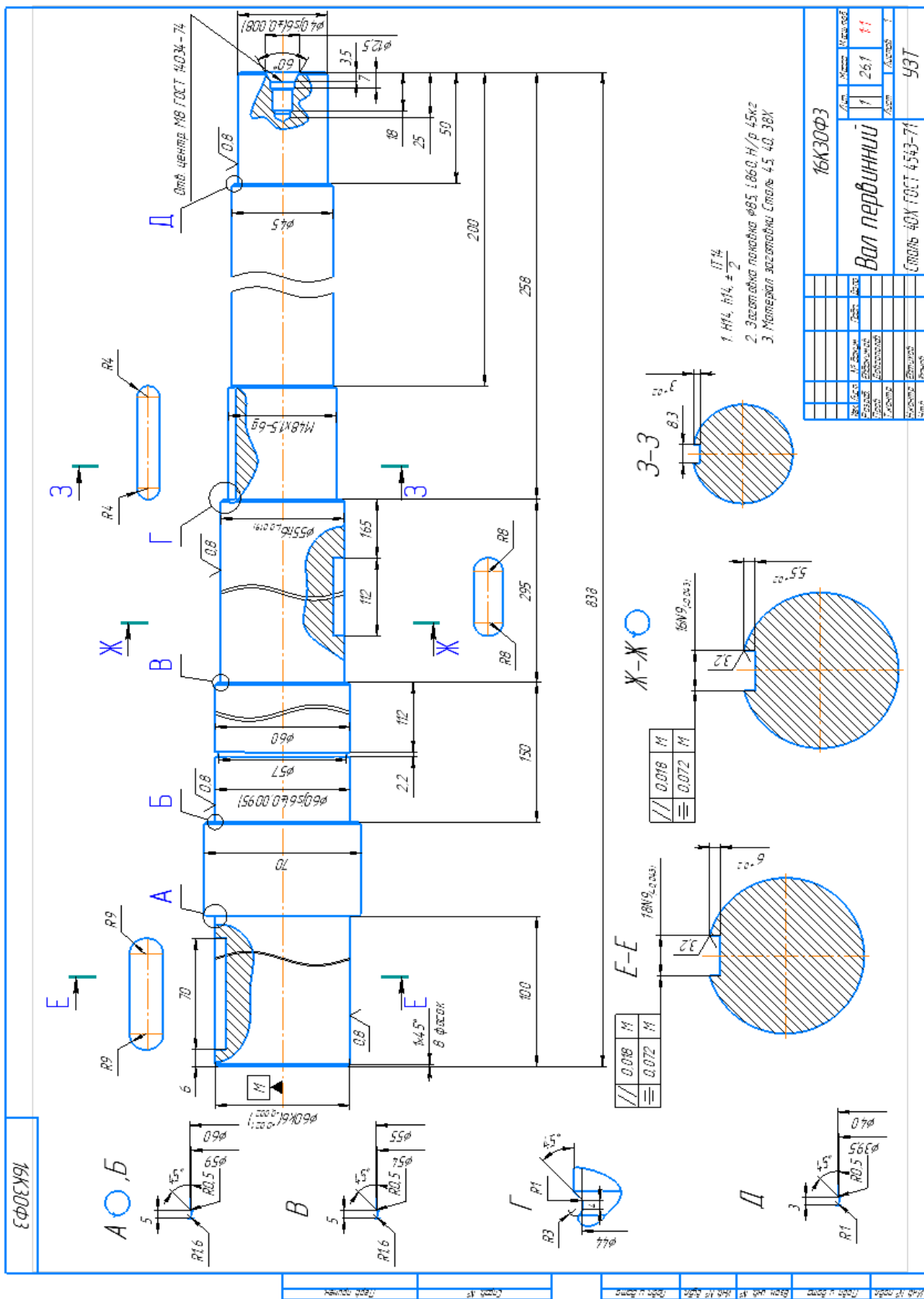
13. Сайт компанії виробника метало оброблювальних верстатів «DMG MORI» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [CNC METAL WORKING MACHINERY THE OPTIMUM IN TERMS OF QUALITY, PRICE-PERFORMANCE AND SERVICE.](#)

14. Довідник технолога-машинобудування у 2-х т. Т.І / За ред. А.Г. Косилової та Р.К. Мещерякова 4-те вид., перероб. та дод. - М.: Машинобудування, 1985. - 656 с.

15. Сайт компанії виробника ріжучого інструмента «TRAVERS» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [TRAVERS The Right Tool Is Everything. 1.800.221.0270.](#)

ДОДАТОК А

Робоче креслення деталі



ДОДАТОК Б

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Фактори що обумовлюють наслідки ураження електричним струмом людини. Види уражень.

Тяжкість впливу електричного струму залежить від величини струму і напруги, опору тіла, тривалості протікання струму, частоти і роду струму, від індивідуальних властивостей людини [6]. Величина струму є основним фактором, від якого залежить результат ураження. Струм завбільшки до 10 мА (при 50 Гц) називається струмом, що відпускає, він не може викликати враження людини, але може стати непрямую причиною нещасливого моменту. Струм 10-15 мА викликає міцні та вкрай болючі судоми м'язів, які людина здолати не в змозі, тобто вона не може розтиснути руку, якою торкається до струмоведучої частини. Такий струм називається не відпускаючим. Довга дія такого струму призведе до зниження опору тіла. При 25-50 мА дія струму поширюється і на м'язи грудної клітки, що може призвести до припинення дихання. Одночасно відбувається стиск кровоносних судин, підвищення артеріального тиску та ослаблення діяльності серця. Вивченнями встановлено, що струм силою більше 50 мА може згубно травмувати людину протягом 0.1 с. При 100 мА струм безпосередньо впливає на м'язи серця, викликаючи його фібриляцію. У результаті припиняється робота серця, зупиняється кровообіг, що призводить до загибелі. Найбільше враження від електричного струму припадає на установки напругою до 1000 В. Щодо безпечним для людини в сирих приміщеннях прийнято вважати напругу до 12 В, в сухих приміщеннях - до 36 В. У цих випадках величина струму, що проходить через людське тіло не перевищить 10 мА. Напруги 12-42 називають малою напругою. Електричний опір тіла людини коливається в широкому діапазоні (500-500000 тисяч Ом) і складається з опору його внутрішніх органів (300-500 Ом) і верхнього шару шкіри, що володіє набагато більшим опором. Чиста, суха і непошкоджена шкіра має опір від 2 тис. до 2 млн. Ом. Опір тіла різко зменшується при пошкодженні та

засміченні шкіри. Суха жорстка мозолиста шкіра, відсутність втоми та типовий стан нервової системи підвищують опір людського організму. За розрахунковий опір тіла людини приймається величина, що дорівнює 1000 Ом. Тривалість протікання струму через людське тіло впливає на результат ураження внаслідок того, що з часом різко зростає струм з допомогою зменшення опору тіла, і накопичуються негативні результати впливу струму на організм. Через 30 с опір тіла людини протіканню струму падає приблизно на 20%, а через 90 с – на 70%. Рід та частота струму також визначають ступінь ураження. Найбільш небезпечним є змінний струм із частотою 50 Гц. При частоті менше 20 чи більше 1000 Гц небезпека струму помітно знижується. При безперервному струмі струм, що не відпускає, зростає до 60-70 мА. Струми частотою понад 500000 Гц не надають подразнювальної дії на тканині і не викликають електричного зіткнення. Втім, вони зберігають загрозу за умовами термічних опіків. Індивідуальні властивості людини - самопочуття, підготовленість до роботи на електричній установці та інші фактори також мають значення для результату ураження. Відтак обслуговування електроустановок доручається особам, які пройшли особливе навчання та лікарський огляд.

Види уражень.

Проходячи через людське тіло, струм надає наступні види впливу:

- 1) термічне (опіки тощо);
- 2) електролітичне (розкладання електролітів: крові, тканинних рідин);
- 3) механічне (судомне скорочення м'язів тощо);
- 4) біологічне (спазм, судоми, фібриляція серця, тобто хаотичне, безладне скорочення волокон (фібрил) душевного м'яза.

Людина дистанційно не може визначити, чи знаходиться установка під напругою чи ні. Струм, який протікає через людське тіло, діє на організм не тільки в місцях контакту і шляхом протікання струму, але і на такі системи, як кровоносна, дихальна і серцево-судинна. Загроза набуття електротравм має місце не тільки при дотику, але і через напругу кроку і

через електричну дугу. Ураження електричного струму може призвести до двох видів ураження: електричних травм і електричних ударів. Електричні травми є чітко виражені місцеві пошкодження тканин організму, викликані впливом електричного струму або електричної дуги. Розрізняють такі електричні травми:

- електричні опіки;
- металізація шкіри;
- електрофтальмія;
- механічні пошкодження.

Електричний опік – найпоширеніша електротравма. Опіки бувають двох видів: струмовий (або контактний) і дуговий. Електричний опік обумовлений проходженням струму через людське тіло в результаті контакту з струмопровідною частиною і є наслідком реформування електричної енергії в теплову. Розрізняють чотири ступені опіків:

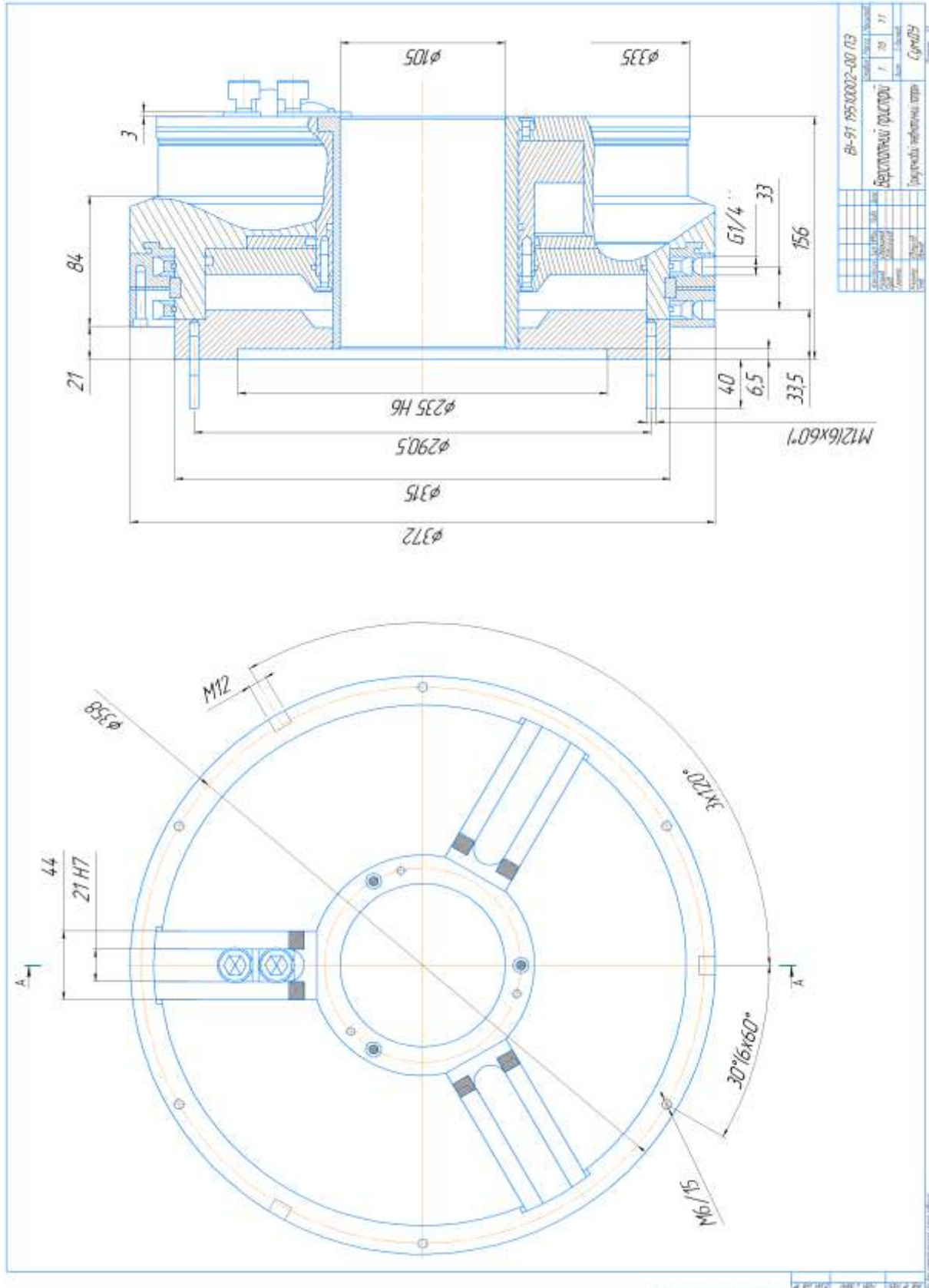
- почервоніння шкіри;
- утворення пухирів;
- омертвіння всієї товщі шкіри;
- обвуглювання тканин.

Тяжкість ураження організму обумовлюється не ступенем опіку, а площею обпаленої поверхні тіла. Токові опіки з'являються при напругах не вище 1-2 кВ і є здебільшого опіками I та II ступеня; зрідка бувають і тяжкі опіки. Дуговий опік. При більш високих напругах між струмоведучою частиною і тілом людини утворюється електрична дуга (температура дуги вище 35000С і в неї вкрай величезна енергія), яка завдає дугового опіку. Дугові опіки, зазвичай, важкі – III чи IV ступеня. Металізація шкіри - це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших частинок металу, що розплавився під дією електричної дуги. Це може статися при коротких замикання, відключення рубильників під навантаженням і т.п. Металізація супроводжується опіком шкіри, що викликається металом, що нагрівся. Електрофтальмія – ураження очей, викликане насиченим випромінюванням електричної дуги, спектр якої містить згубні для очей ультрафіолетові та

ультрачервоні промені. Крім того, цілком ймовірно попадання в очі бризок розплавленого металу. Охорона від електрофтальмії досягається носінням захисних окулярів, які не пропускають ультрафіолетових променів та забезпечують охорону очей від бризок розплавленого металу. Механічні ушкодження виникають у результаті крутих мимовільних судомних скорочень м'язів під впливом струму, що проходить через людське тіло. У результаті можуть статися урвища шкіри, кровоносних судин і нервової тканини, а також вивихи суглобів і навіть переломи кісток. До цього виду травм слід віднести забиті місця, переломи, викликані падінням людини з висоти, ударами об предмети внаслідок мимовільних рухів чи втрати свідомості при впливі струму. Електричний удар – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього, що супроводжується мимовільними судомними скороченнями м'язів. Залежно від результату впливу струму на організм електричні удари умовно діляться такі чотири ступеня: I – судомне скорочення м'язів без втрати свідомості; II - судомне скорочення м'язів, втрата свідомості, але збереження дихання та роботи серця; III – втрата свідомості та порушення дихання; IV – клінічна загибель, тобто відсутність дихання та кровообігу. Причинами загибелі внаслідок ураження електричним струмом може бути: переривання роботи серця, переривання дихання і електричний шок.

ДОДАТОК В

Креслення верстатного пристрою



ДОДАТОК Г

Керуюча програма для обробки деталі вал первинний.

				2	1	
СумДУ						
Вал первинний						
Обладнання, пристрій ЧПК			Особливі вказівки			
CTX GAMMA 1250 TC, SIEMENS						
Кодування інформації, зміст кадру				Зміст переходу		
N001 M4 T1				010 Токарна операція з ЧПК		
N002 G0 Z5 X75						
N003 G1 Z0 F0.65						
N004 X-1						
N005 G0 Z50						
N006 T2						
N007 G0 X0 Z5						
N008 G1 Z-25 F0.6						
N009 G0 Z50						
N010 X70						
N011 M5						
N012 M0						
N013 M4 T1				015 Токарна операція з ЧПК		
N014 G0 Z5 X75 M8						
N015 G1 Z1 X71 F0.65						
N016 X66						
N017 Z-100						
N018 G0 X67						
N019 Z1						
N020 G1 X62 F0.65						
N021 Z-100						
N022 G0 X63						
N023 Z1						
N024 G1 X60.1 F0.65						
N025 Z-100						
				Розроб.	Євдокимов К.С.	21.05
				Н. контр.	Довгополов А.Ю.	21.05
ККІ						

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКА Г

		2		2
Вал первинний				
Кодування інформації, зміст кадру	Зміст переходу			
N026 G0 X70				
N027 Z25				
N028 T3				
N029 G0 X61 Z1				
N030 G1 X60 F0.05				
N031 Z-100				
N032 G0 X61				
N033 Z-1				
N034 G1 CHR=1 F0.1				
N035 G0 Z25 X70				
N036 T4				
N037 G0 Z-100 X62				
N038 G1 X59 F0.1				
N039 G0 X70				
N040 Z25				
N041 M5 M9 M0				
N042 M4 T1	020 Токарна операція з ЧПК			
N043 G0 Z5 X71 M8				
N044 G1 Z1 X70 F0.65				
N045 X66				
N046 Z-703				
N047 G0 X67				
N048 Z1				
N049 G1 X62 F0.65				
N050 Z-703				
N051 G0 X63				
N052 Z1				
N053 G1 X60.1 F0.65				
N054 Z-703				
N055 G0 X61				
N056 Z1				
N057 G1 X56.1 F0.65				
N058 Z-553				
N059 G0 X57				
N060 Z1				
N061 G1 X55.1 F0.65				
N062 Z-553				
N063 G0 X56				
N064 Z1				
N065 G1 X51.1 F0.65				

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКА Г

	2	3
Вал первинний		
Кодування інформації, зміст кадру	Зміст переходу	
N066 Z-258		
N067 G0 X52		
N068 Z1		
N069 G1 X48		
N070 Z-258		
N071 G0 X49		
N072 Z1		
N073 G1 X45 F0.65		
N074 Z-200		
N075 G0 X46		
N076 Z1		
N077 G1 X41 F0.65		
N078 Z-50		
N079 G0 X42		
N080 Z1		
N081 G1 X40.1 F0.65		
N082 Z-50		
N083 G0 X70		
N084 Z25		
N085 T3		
N086 G0 X41 Z1		
N087 G1 X40 F0.05		
N088 Z-50		
N089 G0 X55		
N090 Z-257		
N091 G1 Z-553 F0.05		
N092 X60		
N093 Z-703		
N094 X70		
N095 CHR=1 F0.1		
N096 Z-704		
N097 G0 Z-554 X61		
N098 G1 CHR=1 F0.1		
N099G0 Z-259 X56		
N100 G1 CHR=1 F0.1		
N101 G0 Z-200 X49		
N102 G1 CHR=1 F0.1		
N103 G0 Z-51 X46		
N104 G1 CHR=1 F0.1		

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКА Г

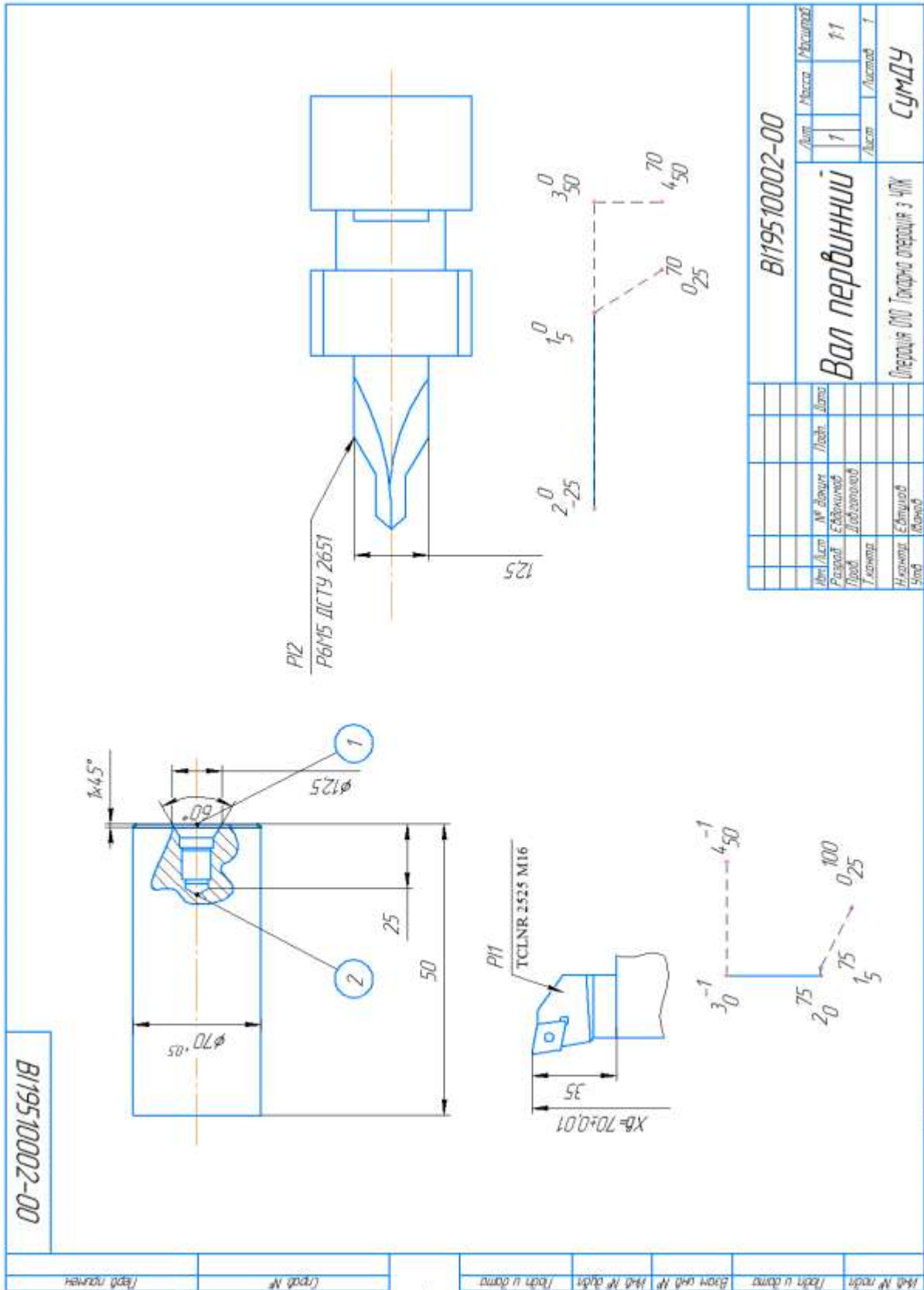
		2	4
Вал первинний			
Кодування інформації, зміст кадру	Зміст переходу		
N105 G0 Z-1 X41			
N106 G1 CHR=1 F0.1			
N107 G0 Z25 X50			
N108 T4			
N109 G0 Z-667.2 X65			
N110 G1 X57 F0.1			
N111 G0 X75			
N112 Z-703			
N113 G1 X59 F0.1			
N114 G0 X71			
N115 Z-553			
N116 G1 X54 F0.1			
N117 G0 X56			
N118 Z-258			
N119 G1 X44 F0.1			
N120 G0 X 46			
N121 Z-50			
N122 G1 X39.5			
N123 G0 X75			
N124 Z25			
N125 T5			
N126 G0 Z-205 X50			
N127 G76 P020060 Q300 R0.5			
N128 G76 X47.835 Z-258 Q500 P813 F1.5			
N129 G0 X75			
N130 Z25			
N131 M5 M9 M0			
N132 M3 S3580 T6	025 Фрезерувальна операція з ЧПК		
N133 G0 X-200 Y0 M8			
N134 G1 Z-1.5 F0.1			
N135 X-258			
N136 Z-3			
N137 X-200			
N138 G0 Z50			
N139 T7			
N140 G0 X-423			
N141 G1 Z-1.5 F0.12			
N142 X-535			
N143 Z-3			

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКА Г

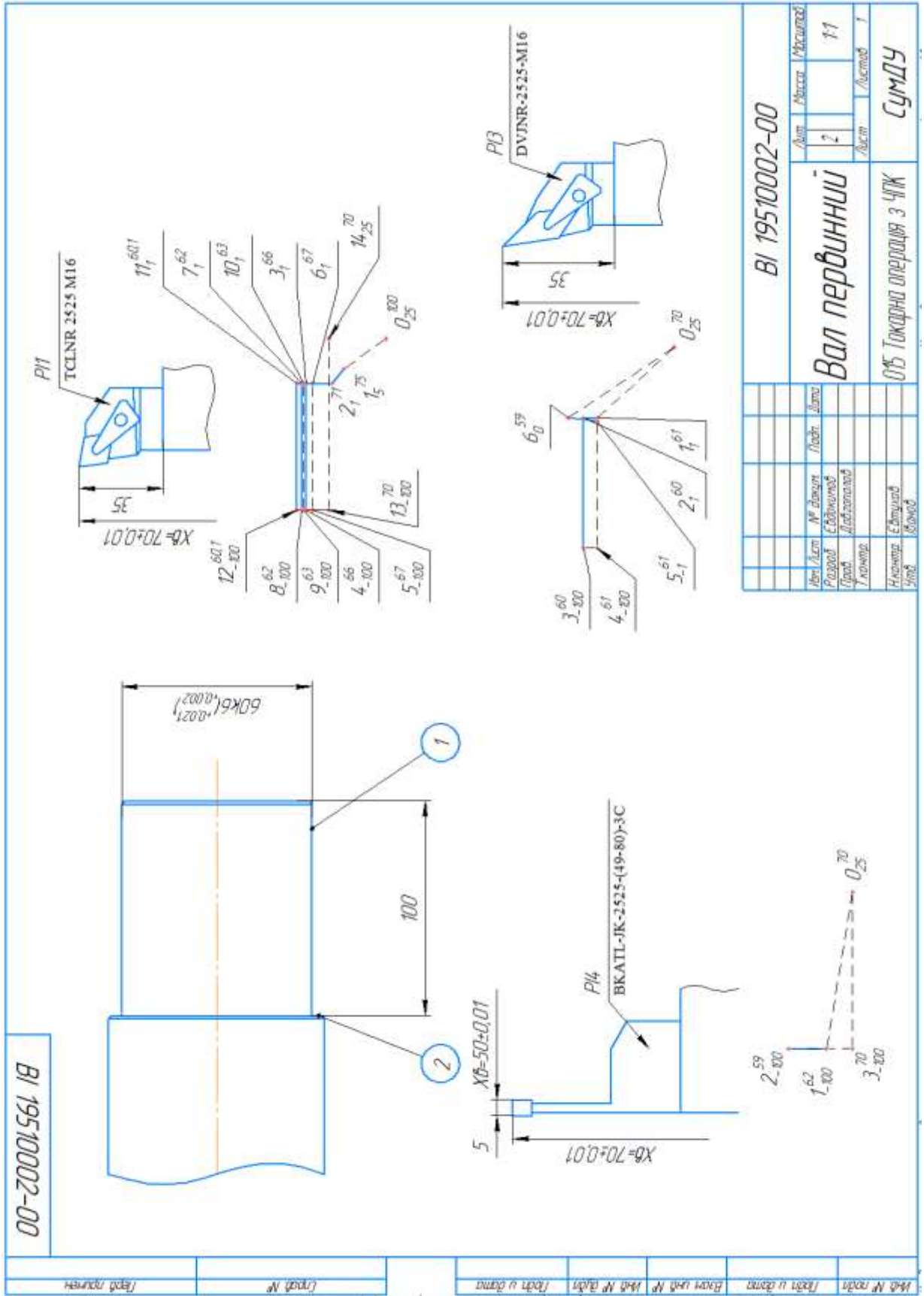
		2		5
Вал первинний				
Кодування інформації, зміст кадру	Зміст переходу			
N144 X-423				
N145 Z-4.5				
N146 X-535				
N147 Z-5.5				
N148 X-423				
N149 G0 Z70				
N150 X25 Y70				
N151 M5 M9 M0				
N152 M3 T8	030 Фрезерувальна операція з ЧПК			
N153 G0 X-6 Y0 Z1 M8				
N154 G1 Z-1.5 F0.14				
N155 X-76				
N156 Z-3				
N157 X-6				
N158 Z-4.5				
N159 X-76				
N160 Z-6				
N161 X-6				
N162 G0 Z30				
N163 X25				
N164 M5 M9				
N165 M30				
ККІ				

ДОДАТОК Д

Карти наладок



Продовження додатку Д



VI 19510002-00

VI 19510002-00

Вал первинний

015 Токарна операція з ЧПК

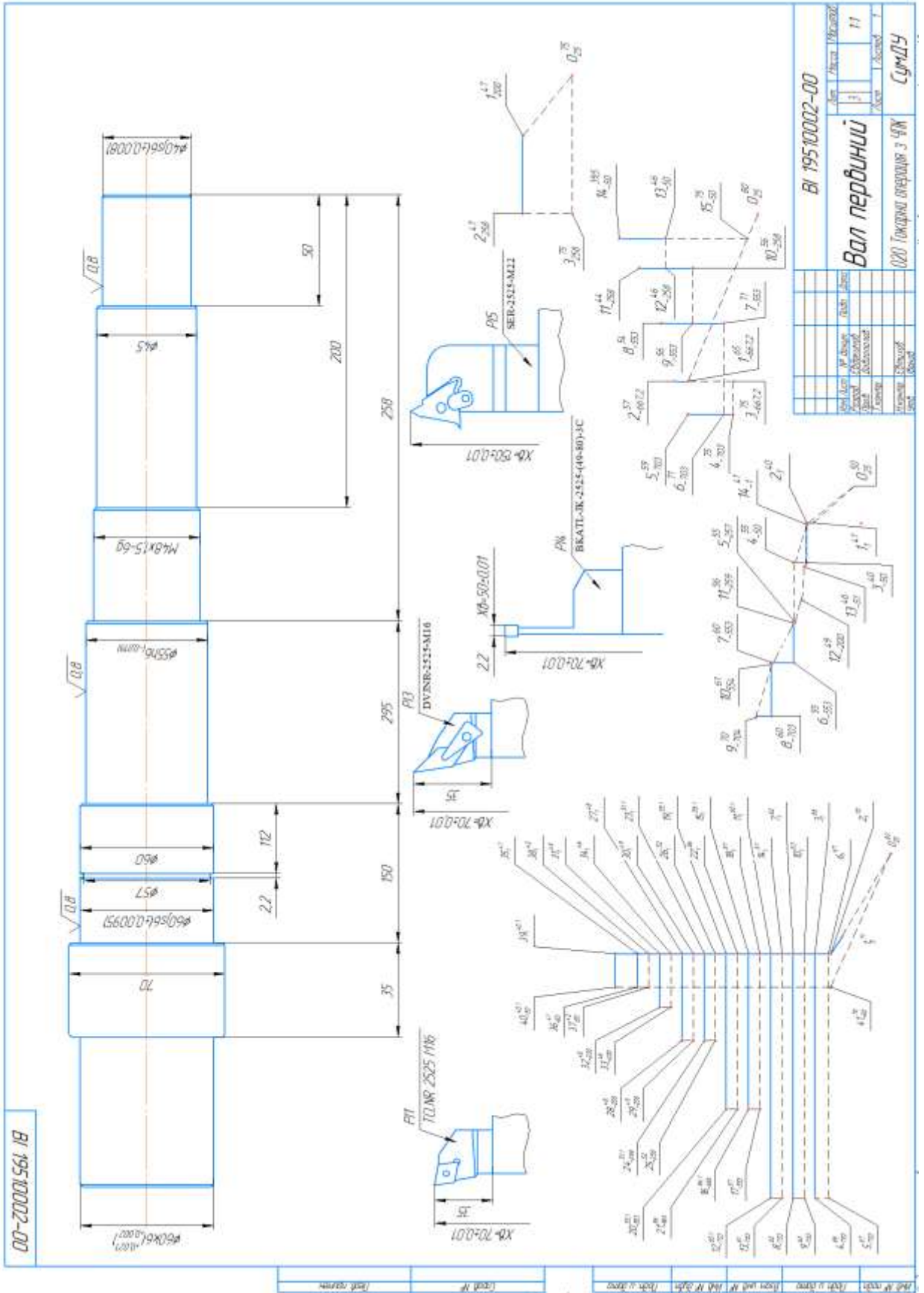
СумДУ

№ змін	№ докум.	Лист	Листів	Місяць
		2	1	11

№ змін	№ докум.	Лист	Листів	Місяць
				1

Мат. № розд.	Листів у ділянці	Вказівка №	Мат. № розд.	Листів у ділянці	Листів у ділянці	Листів у ділянці	Листів у ділянці
--------------	------------------	------------	--------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Продовження додатку Д



BI 195.10002-00

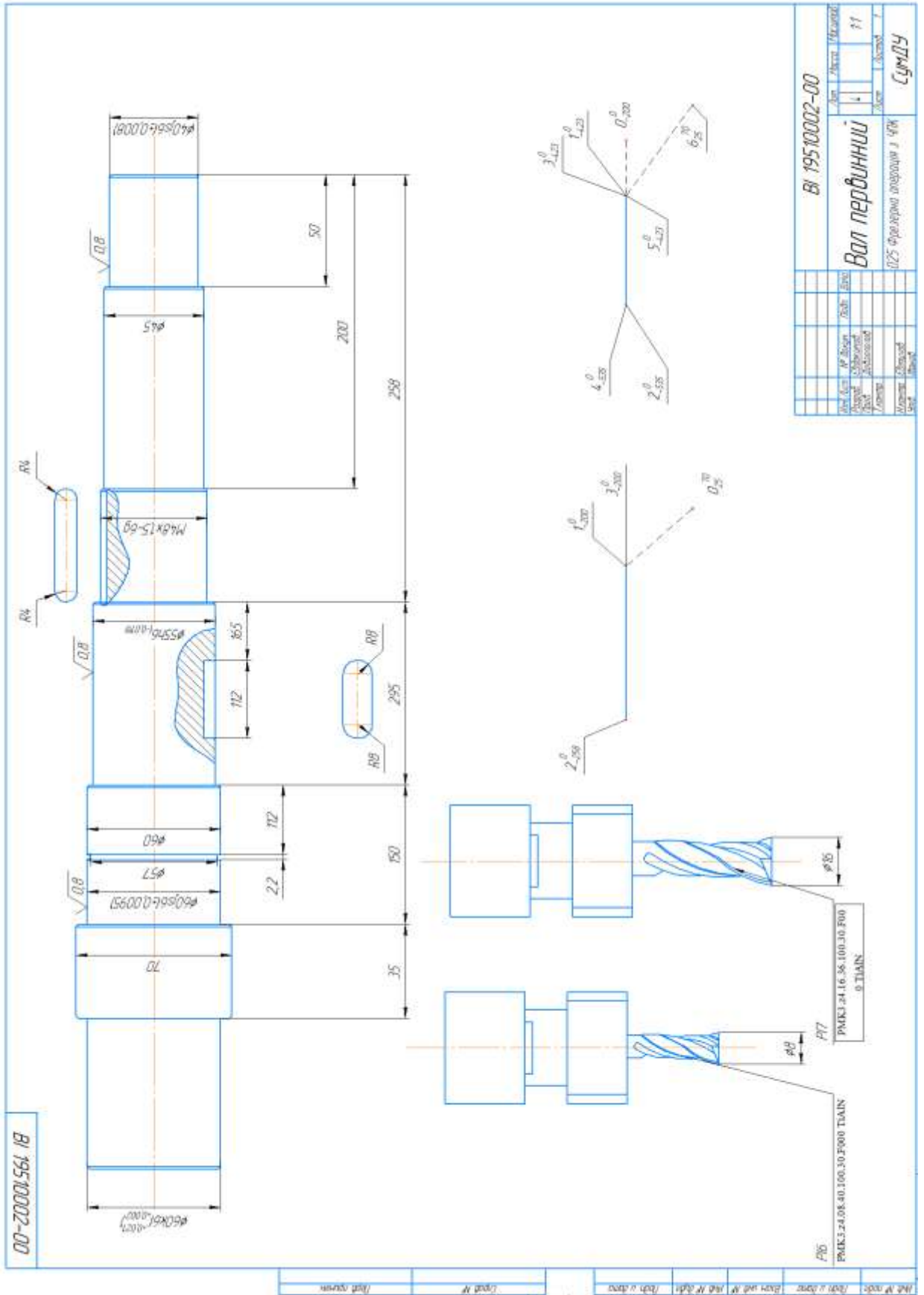
Вал первинний

020 (окремі операції з ЧПУ)

Лист	Кількість	Місяць
1	11	1
Лист	Всього	Листів
1	11	1

СумДУ

Продовження додатку Д



Продовження додатку Д

