

**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 (проекту)

перший (бакалаврський)  
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проектування технологічного процесу виготовлення  
черв'яка 2Н135.40.045»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-81/1  
спеціальності:

131 «Прикладна механіка»  
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Технології машинобудування»  
(назва освітньої програми)

Андрій КОРНІЄНКО  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Юлія ДЕНИСЕНКО  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

Артем ЄВТУХОВ  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2022 року

# ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
П	(назва)
Спеціальність	<i>131 «Прикладна механіка»</i>
	(шифр і назва)
Освітня програма	<i>«Технології машинобудування»</i>
	(назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ *Віталій ІВАНОВ*

«    »                      2022 року

## ЗАВДАННЯ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

*Корнієнко Андрій Олександрович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проєктування технологічного процесу виготовлення черв'яка 2Н135.40.045.

керівник проєкту Денисенко Юлія Олександрівна, канд. техн. наук, ст.викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 13 » квітня 2022 року № 0245-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « 01 » червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «черв'як 2Н135.40.045».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 5 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «черв'як 2Н135.40.045».

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 організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проєктування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Складальне креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «черв'як 2Н135.40.045»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «    »                      2022 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2022	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2022	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2022	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2022	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2022	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Андрій КОРНІЄНКО**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Юлія ДЕНИСЕНКО**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Віталій ІВАНОВ

«\_\_\_» червня 2022 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ЧЕРВ'ЯКА 2Н135.40.045**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

*Андрій КОРНІЄНКО*

Керівник

*Юлія ДЕНИСЕНКО*

Нормоконтроль

*Артем ЄВТУХОВ*

## РЕФЕРАТ

Записка: с., 15 рис., 11 табл., 22 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь черв'як 2Н135.40.045, яка входить до складу свердлильного верстату 2Н135.

В цій роботі проаналізовано службове призначення верстату, його вузлів, деталі «черв'як» та технічних вимог, що задав конструктор. Тип виробництва – одиничний. Проаналізовано технологічність конструкції деталі. Запропоновано спосіб отримання заготовки.

Графічна частина включає в себе креслення заготовки, верстатного пристрою, карти КТП та креслення операційного налагодження.

Виконано детальний аналіз технологічного процесу виготовлення деталі. Для операцій 030 та 035 запропоновано альтернативні варіанти базування деталі при її виготовленні, підібрано сучасні верстати, інструмент та відповідні режими різання. Виконано технічне нормування операцій та представлено комплект технологічної документації.

ЧЕРВ'ЯК, ВЕРСТАТ, ВИГОТОВЛЕННЯ, БАЗУВАННЯ, РЕЖИМИ  
РІЗАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

## ЗМІСТ

Реферат .....	4
Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі й умов її експлуатації .....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	11
3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	14
5 Обґрунтування вибору способу отримання заготовки.....	15
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу .....	17
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	17
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки .....	23
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата.....	30
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	31
6.5 Розрахунок режимів різання .....	33
6.6. Технічне нормування операції.....	40
7 Проектування верстатного пристрою .....	42
7.1 Мета та завдання на проектування.....	42
7.2 Точність форми .....	43
7.3 Точність розташування.....	43

					<i>ТМ 18510169-00 ПЗ</i>			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		<i>Корнієнко</i>			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення черв'яка 2Н135.40.045</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		<i>Денисенко</i>					4	67
Реценз.		<i>Євтухов А.В.</i>				<i>СумДУ</i>		
Н. контр.		<i>Євтухов А.В.</i>						
Затв.								

7.4 Шорсткість оброблюваних поверхонь.....	44
7.5 Розробка і обґрунтування схеми базування .....	44
7.6 Аналіз структури полів збурюючих сил.....	46
7.7 Сили затиску.....	47
7.8 Обґрунтування вибору привода .....	49
7.9 Розрахунки пристрою на точність.....	52
7.10. Принцип дії пристрою .....	53
Висновки .....	55
Перелік джерел посилання .....	56
ДОДАТКИ.....	59

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

## ВСТУП

Розвиток технології машинобудування та приладобудування, досягнутий до теперішнього часу, дозволяє вирішувати дуже складні завдання при виробництві машин та приладів з високими вимогами до їх технічних параметрів та техніко-експлуатаційних даних. Розвиток технології машинобудування, поява нових видів виробів, впровадження нових матеріалів пов'язане з розробкою нових технологічних процесів та методів обробки, розширенням галузі ефективного використання відомих технологічних методів.

Головна тенденція розвитку технології машинобудування – це максимальна інтенсифікація процесу формоутворення поверхонь та створення умов для підвищення міцності та довговічності роботи не лише окремих деталей, а й машини загалом.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності виготовлення деталі черв'як шляхом удосконалення технологічного процесу із застосуванням нових методів обробки, сучасного металорізального обладнання, різального та вимірювального інструменту.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



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

Черв'як 2Н135.40.045 є частиною вузла механізму подачі шпинделя свердлильного верстата 2Н135.

Вертикально-свердлильний верстат 2Н135, з умовним діаметром свердління 35 мм, використовується на підприємствах з одиничним та дрібносерійним випуском продукції та призначені для виконання наступних операцій: свердління, розсвердлювання, зенкування, зенкерування, розгортання, нарізування різьблення та різання торців.

Основні характеристики верстата 2Н135:

- найбільший діаметр свердління – 35мм;
- конус шпинделя – Морзе №4;
- кількість швидкостей обертання шпинделя – 12;
- кількість швидкостей подач – 9;
- потужність двигуна головного руху – 4кВт;
- маса – 1200кг.

Габаритні розміри:

- довжина – 1030мм;
- ширина – 835мм;
- висота – 2535мм.

Подача шпинделя верстату відбуваються у два способи – автоматична подача та ручна.

Механізм подачі, що складається з черв'ячної передачі, горизонтального валу з рейковою шестернею, лімба, кулачкової та храпової обгінних муфт, штурвала, є складовою свердлильної головки.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принцип дії механізму подач наступний: при обертанні штурвала 14 (рисунок 1) на себе повертається кулачкова муфта 8, яка через обойму-напівмуфту 7 обертає вал-шестерню 3 рейкової передачі, відбувається ручна подача шпинделя. Коли інструмент підійде до деталі, на валу-шестірні 3 виникає момент, що крутить, який не може бути переданий зубцями кулачкової муфти 8, і обойма-напівмуфта 7 переміщається вздовж валу до тих пір, поки торці кулачків деталей 7 і 8 не встануть один проти одного. У цей момент кулачкова муфта 8 повертається щодо вала-шестерні 3 на кут  $20^\circ$ , який обмежений пазом в деталі 8 і штифтом 10. На обоймі - напівмуфті 7 сидить двосторонній храповий диск 6, пов'язаний з напівмуфтою собачками 13. При переміщенні зубці диска 6 входять в зачеплення з зубцями диска, виконаного разом з черв'ячним колесом 5. В результаті обертання від черв'яка передається на рейкову шестерню і відбувається механічна подача шпинделя. При подальшому обертанні штурвала 14 при включеній подачі собачки 13, що сидять в обоймі-напівмуфті 7, проскакують по зубцях внутрішньої сторони диска 6; відбувається ручне випередження механічної подачі

Вал при роботі ізольований від впливу зовнішнього середовища. Основний вид руйнування – втома металу вала в місцях концентрації напружень. Абразивного зношення поверхні вала відчувати під дією зовнішнього середовища не буде.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

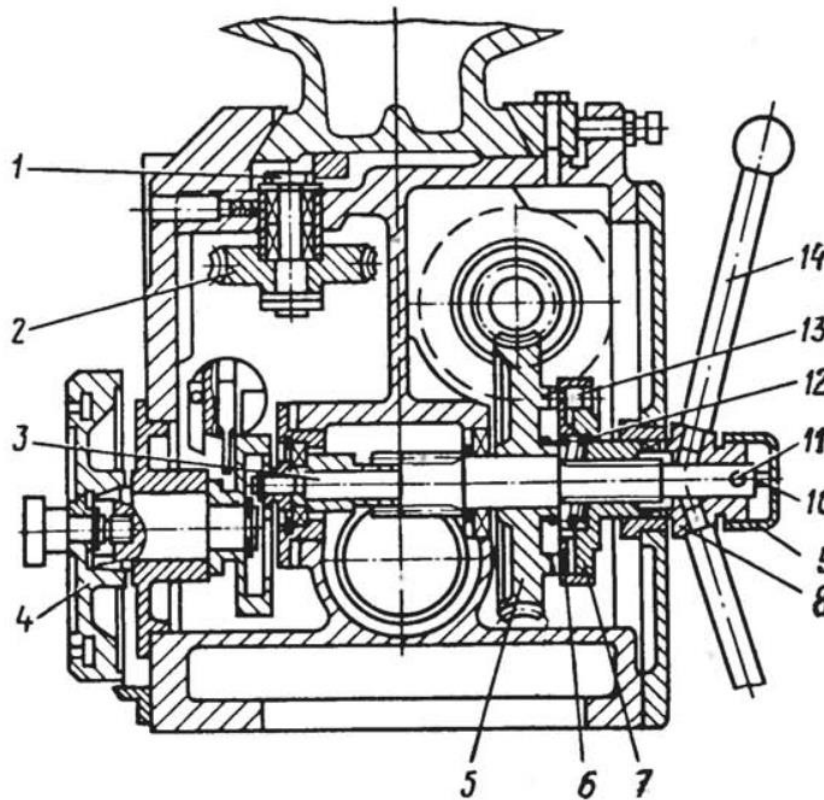


Рисунок 1.1 – Креслення вузла механізму подачі

Головне призначення деталі черв'як 2Н135.40.45 є передача крутного моменту на чев'ячне колесо (позиція 5 на рис.1.1). Черв'ячна передача виконує свої функції за рахунок сил тертя, а значить – підвищені температурні умови. Допускається нагрівання деталі до  $70^{\circ}$  за шкалою Цельсія. Діапазон температур робочого середовища коливається від  $-5^{\circ}$  до  $+37^{\circ}\text{C}$ . Для зменшення нагріву весь вузол змащено пластичною змазкою (рекомендовано на нікелевій основі). Обслуговування деталі у міжремонтний період не передбачено. Матеріал деталі – сталь 18ХГТ- конструкційна легована сталь. Даний матеріал обраний, тому що в результаті термічної обробки він повністю задовольняє конструкторські вимоги – 48...56 HRC на виконавчих та базувальних поверхнях. Поверхні розглянутої деталі можна розділити на три типи: базові, виконавчі та вільні У вузлі вал базується на підшипниках кочення, вал позбавлений шести ступенів вільності. Подвійна напрямна база зовнішні циліндричні поверхні  $\varnothing 20\text{js6}$  та

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Ø35js6 – позбавляє 4-ьох ступенів вільності; опорна база, торці Ø35 – один ступінь вільності; опорна база - шліци – один ступінь вільності. Матрицю зв'язків поданоу таблиці 1.1.

У підсумку можна сказати: робота вала здійснюється в умовах динамічних, циклічних навантажень при не високих частотах обертання, без впливу зовнішнього середовища. При роботі вал відчуває вигин з крученням в сукупності з навантаженнями стиснення, що виникають від осьової сили при відносно невеликих температурах. Підчас роботи розглянута деталь шуму не створює. Габаритні розміри 353×63×63 мм.

Таблиця 1.1 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування бази
L	0	0	1	Опорна база
$\alpha$	0	0	0	
L	1	1	0	Подвійна напрямна
$\alpha$	1	1	0	

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Черв'як 2Н135.40.045 представляє собою тіло обертання.

Габарити деталі:  $\varnothing 63 \text{ max} \times 353 \text{ мм}$ .

Маса деталі –  $m = 3,55 \text{ кг}$ .

Матеріал: сталь 18 ХГТ ГОСТ 4543-71, хімічний склад показано в таблиці 2.1.

Матеріали-замінники: 30ХГТ, 25ХГТ, 12ХН3А, 12Х2Н4А, 20ХН2М, 14ХГСН2МА, 20ХГР [1].

Призначення: покращені або цементовані деталі відповідального призначення, від яких потрібна підвищена міцність і в'язкість серцевини, а також висока поверхнева твердість, що працюють під впливом ударних навантажень.

Хімічний склад сталі представлений в таблиці 2.1 [2].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 18ХГТ, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti
0.17– 0.23	0,17- 0,37	0.8-11	до 0,3	до 0,035	до 0,035	1-1,3	до 0,3	0.03- 0.09

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці та мінімальною собівартістю.

Матеріал деталі – сталь 18 ХГТ має велику кількість аналогів тому з точки зору матеріалу її можна вважати технологічною.

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. Проаналізувавши робоче креслення деталі можна зробити висновок, що кількість проєкцій, перетинів є достатньою для повного розуміння конструкції деталі. Розміри, їх точність, шорсткість поверхонь та технічні вимоги проставлені правильно.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Очевидно, що креслення виконане відповідно до діючих вимог і повністю відповідає серії стандартів ДСТУ ISO 128, а також:

- основні вимоги до креслень за ГОСТ 2.305-2008,
- зображені види, розміри, перерізи за ДСТУ ISO 128-50:2005.
- нанесення розмірів і граничних відхилень за ДСТУ ISO 7083:2009.
- шорсткість поверхні за ДСТУ 2413-94.
- допуски форми, орієнтації, розташування та биття за ДСТУ ISO 1101:2009.

Відповідно до технічних вимог на деталі не допускаються: тріщини, розшарування матеріалу, задирки, рвані і гострі кромки; забоїни, вм'ятини і ризики, що виходять за межі класів шорсткості поверхонь. Так як деталь є відповідальною, то вищевказані дефекти можуть привести до поширення тріщин, деформації і розриву деталі.

Найбільш точними є поверхні  $\varnothing 35js6$  та  $\varnothing 20js6$ , обидві є посадочими місцями під підшипники кочення та мають шорсткість 1,25 за критерієм Ra. Поверхнєве гартування витків черв'яка, шліців та посадок під підшипники виконується за допомогою СВЧ печі. Недотримання якостей поверхонь тягне за собою неправильне базування валу в редукторі та відповідних деталей встановлених на ньому.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ

Тип виробництва й відповідна йому форма організації робіт визначають характер технологічного процесу та його побудову.

Верстат 2Н135 знятий з виготовлення. Очевидно, що виготовлення деталей для нього – ремонтне, тобто одиничне виробництво. Річна програма випуску – 5 шт.

Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій  $K_{з.о}$ , становить  $<0,2$ .

Форма організації робіт – групова.

Одиничне виробництво – є формою організації виробництва, коли різні види продукції виготовляються у одному чи кількох примірниках (штучний випуск). Основні особливості одиничного виробництва полягають у тому, що програма заводу складається зазвичай із великої номенклатури виробів різного призначення, випуск кожного виробу заплановано обмежених кількостях. Номенклатура продукції програмі заводу нестійка. Нестійкість номенклатури, її різнотипність, обмеженість випуску призводять до обмеження можливостей використання стандартизованих конструктивно-технологічних рішень. У цьому випадку велика питома вага оригінальних і дуже маленька питома вага уніфікованих деталей. Кожна одиниця кінцевої продукції унікальна по конструкції, виконуваним завданням та іншим важливим ознакам. Виробничий процес виготовлення продукції має перервний характер. На випуск кожної одиниці продукції витрачається відносно тривалий час. На підприємствах застосовується універсальне обладнання, складальні процеси характеризуються значною часткою ручних робіт, персонал має універсальні навички. [10].

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІ ДЕТАЛІ

Технологічністю називають досягнення встановлених конструктором параметрів на деталь при мінімальних витратах на виготовлення та ремонт самої деталі.

Деталь Черв'як 2Н135.40.045 виготовлена зі сталі 18ХГТ, яка є легкооброблюваною та має досить велику кількість аналогів. Маса деталі 3,55кг, отже – допоміжних підйомних пристроїв при обробці застосовувати не доведеться. Габарити деталі дозволяють обробити її на великій кількості верстатів.

Детально проаналізувавши креслення деталі можна зробити висновок, що конструктивні елементи деталі розміщені досить зручно для їхньої обробки. Конструкція деталі дозволяє обробити її універсальним, стандартизованим інструментом. Елементи конструкції не заважають обробці – кількість установів буде мінімальною, жорсткість деталі достатня. Механічні властивості матеріалу відповідають вимогам деталі. Для запобігання коробленню деталі після фінальної термічної обробки введено попередню термічну обробку. Базування деталі обробних верстатах не викликає труднощів.

Технологічна конструкція деталі не потребує удосконалення.

Креслення деталі виконане відповідно до вказаних в розділі 2 стандартів, наявна кількість розрізі та місцевих видів дає повне розуміння конструкції деталі. Креслення можна прочитати без труднощів. З цієї точки зору деталь технологічна [5,6,7,8,9].

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 5 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ

З метою економії матеріалу і зниження трудомісткості обробки розміри та конфігурація заготовки повинні бути максимально наближеними до розмірів і конфігурації деталі. Трудомісткість виготовлення і собівартість заготовки повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволяє вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати тріщин, розшарувань тощо [9].

У базовому технологічному процесі заготовку отримували шляхом лиття в піщану форму по моделі, перевагами даного методу є отримання заготовки конфігурації близької до майбутньої деталі. Запропоновано отримувати заготовку методом прокату. Для наочності виконаємо розривок собівартості отримання заготовки методом лиття та отриманням заготовки методом прокату.

Скористаємося програмним забезпеченням «PTC Creo Parametric» та розрахуємо в ньому масу відливки.

Аналіз показав що маса відливки становить 4,5 кг. Середня вартість відливки масою до 10 кг становить 72,48 грн/кг. Розрахуємо собівартість заготовки отриманої способом лиття. За формулою:

$$C_{\text{від}} = M_{\text{від}} * C_{\text{кг}},$$

де  $M_{\text{від}}$  – розрахункова маса відливи

$C_{\text{кг}}$  – собівартість 1 кг відливки

$$C_{\text{від}} = 4,5 * 92,48 = 416 \text{ грн.}$$

Недоліком отримання заготовки методом прокату є велика кількість механічної обробки, що в свою чергу підіймає вартість деталі. Проведемо розрахунок собівартості отримання заготовки методом прокату.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Середня вартість прокату Ø70 в Україні становить 1008,41 грн/м.

Враховуючи довжину деталі визначимо вартість заготовки отриманої методом прокату.

$$\frac{1}{1008,41} = \frac{0,355}{x} \rightarrow x = 356,832 \text{ грн.}$$

Результат розрахунків показав що отримання заготовки методом прокату більш економічно вигідне ( $356,832 < 416$ ).

Креслення заготовки показане на рисунку 5.1.

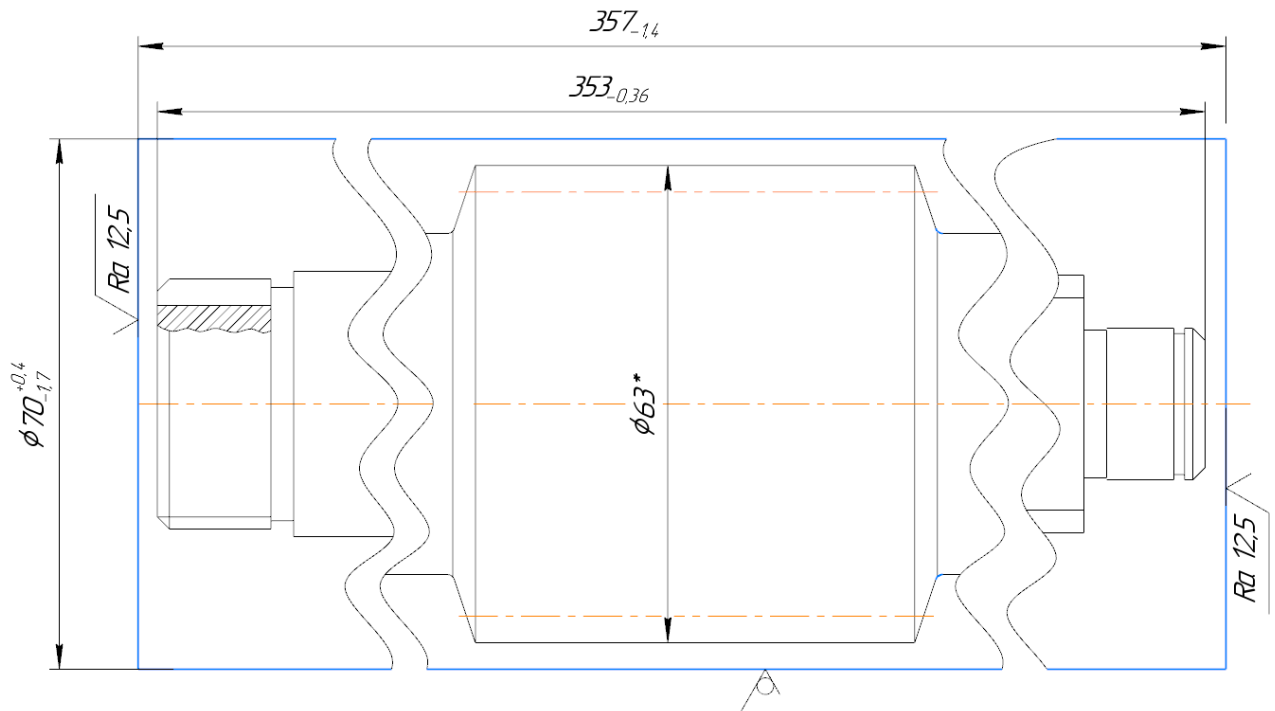


Рисунок 5.1 – креслення заготовки.

Обрано прокат класу точності В1. Припуски на  $\phi 70$  -  $+0,4 \dots -1,7$  мм.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу та інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь. Всі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, що виникають при конкретних умовах обробки заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання  $\varnothing 34f7$ . Маршрут обробки даної поверхні вибирається за [11, с. 188], таблиця 25 і зводиться в таблицю 6.1.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні

Назва стадії	Квалітет	Допустимі відхилення розмірів
Заготівельна	B1	+2,4 -1,2
Точіння чорнове	h14	0 -0,87
Точіння чистове	h9	0 -0,087
Шліфування	f7	-0,036 -0,071

Обробка поверхонь ведеться на токарному верстаті з ЧПК, при цьому закріплення ведеться в центрах. Величина мінімального припуску при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається за формулою [12]:

$$2Z_{mini} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (6.1)$$

де  $Rz_{i-1}$  – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

$h_{i-1}$  – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції), мкм;

$\rho_{i-1}$  – сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції), мкм;

$\varepsilon_{yi}$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей  $Rz$  і глибина дефектного шару  $h$  вибираються за таблицями [12]:

- Для заготовки:  $Rz = 320$  мкм;  $h = 350$  мкм;

- По переходах:

а) точіння чорнове:  $Rz = 50$  мкм;  $h = 50$  мкм;

б) чистове точіння:  $Rz = 25$  мкм;  $h = 25$  мкм.

в) шліфування:  $Rz = 5$  мкм;  $h = 5$  мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в центрах зовнішніх поверхонь визначається за формулою [12]:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{км}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} \quad (6.2)$$

де  $\rho_{\text{км}}$  – місцева кривизна заготовки, мкм;

$\rho_{\text{ц}}$  – похибка зацентрування прокату, мкм.

Місцева кривизна заготовки при установці в центрах визначається за формулою[12]:

$$\rho_{\text{км}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L_{\text{к}}, \quad (6.3)$$

де  $\Delta_{\text{к}}$  – допустима кривизна прокату, за [11] с.186, таблиця 15:

$\Delta_{\text{к}}=1$  мкм/мм;

$L_{\text{к}}$  – відстань від перетину, для якого визначається кривизна, до опори при установці в центрах,  $L_{\text{к}}=353$  мм.

$$\rho_{\text{км}} = 1 \cdot 353 = 353 \text{ мкм.}$$

Похибка зацентрування заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \cdot \sqrt{\delta^2 + 1}, \quad (6.4)$$

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де  $\delta$  – допуск на діаметр базової поверхні заготовки, використаної при зацентруванні,  $\delta=3600$  мкм (див. п.1.4).

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{3600^2 + 1} = 900 \text{ мкм.}$$

Підставивши розраховані значення в формулу (1.11), отримуємо:

$$\rho_{заг} = \sqrt{900^2 + 353^2} = 966 \text{ мкм.}$$

Величина значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу (операції) визначається за формулою [12]:

$$\rho_i = \rho_{заг} \cdot K_y, \quad (6.5)$$

де  $K_y$  – коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення:

- для точіння чорнового:  $K_y = 0,06$ ;

- для точіння чистового:  $K_y = 0,04$ ;

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах рівні:

$$\rho_{чорн} = 966 \cdot 0,060 = 57 \text{ мкм,}$$

$$\rho_{ч} = 966 \cdot 0,040 = 38,64 \text{ мкм.}$$

Необхідне положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її встановлення. Процес установки містить базування і закріплення.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Відхилення положення заготовки, що виникає при базуванні називається похибкою базування, а при закріпленні – похибкою закріплення.

Обробка відбувається в центрах, тому похибка установки  $\varepsilon_y$  для всіх переходів відсутня  $\varepsilon_y = 0$ .

Підставивши вибрані ( $Rz$ ,  $h$  і  $\rho$ ) значення в формулу визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{min\text{ чорн}} = 2(320+350+966)=3,158 \text{ мм,}$$

$$2Z_{min\text{ чист}} = 2(50+55+36)=0,28 \text{ мм,}$$

$$2Z_{min\text{ шл}} = 2(25+25+40)=0,18 \text{ мм.}$$

Результати розрахунку припусків на механічну обробку подано в додатку А.

Припуски показано на рисунку 6.1.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

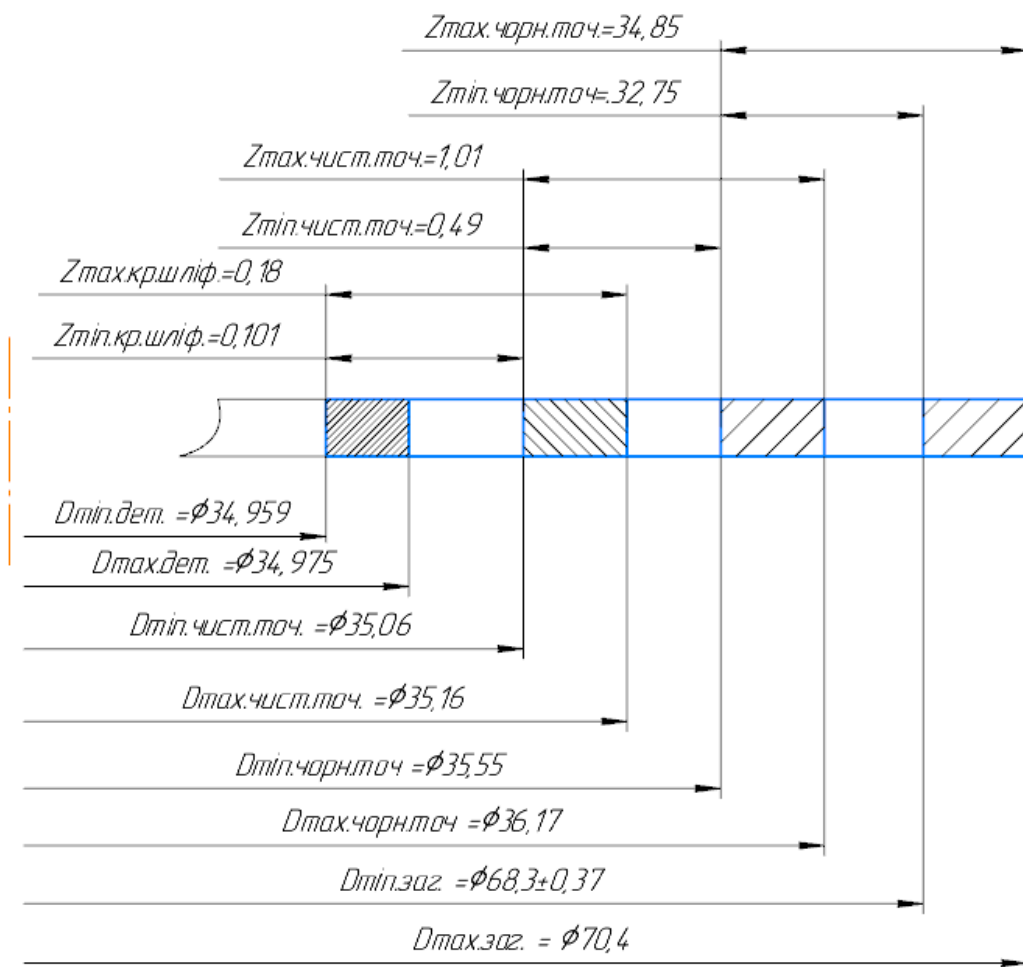


Рисунок 6.1 – Схема припусків для розміру Ø34f7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510169-00 ПЗ

Лист

22



## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Для розгляду цього питання в якості технологічної операції були прийняті операції – 030 токарна з ЧПК та 040 – зуботокарна. На операції 030 обробляються поверхні, виділені на рисунку 6.2.

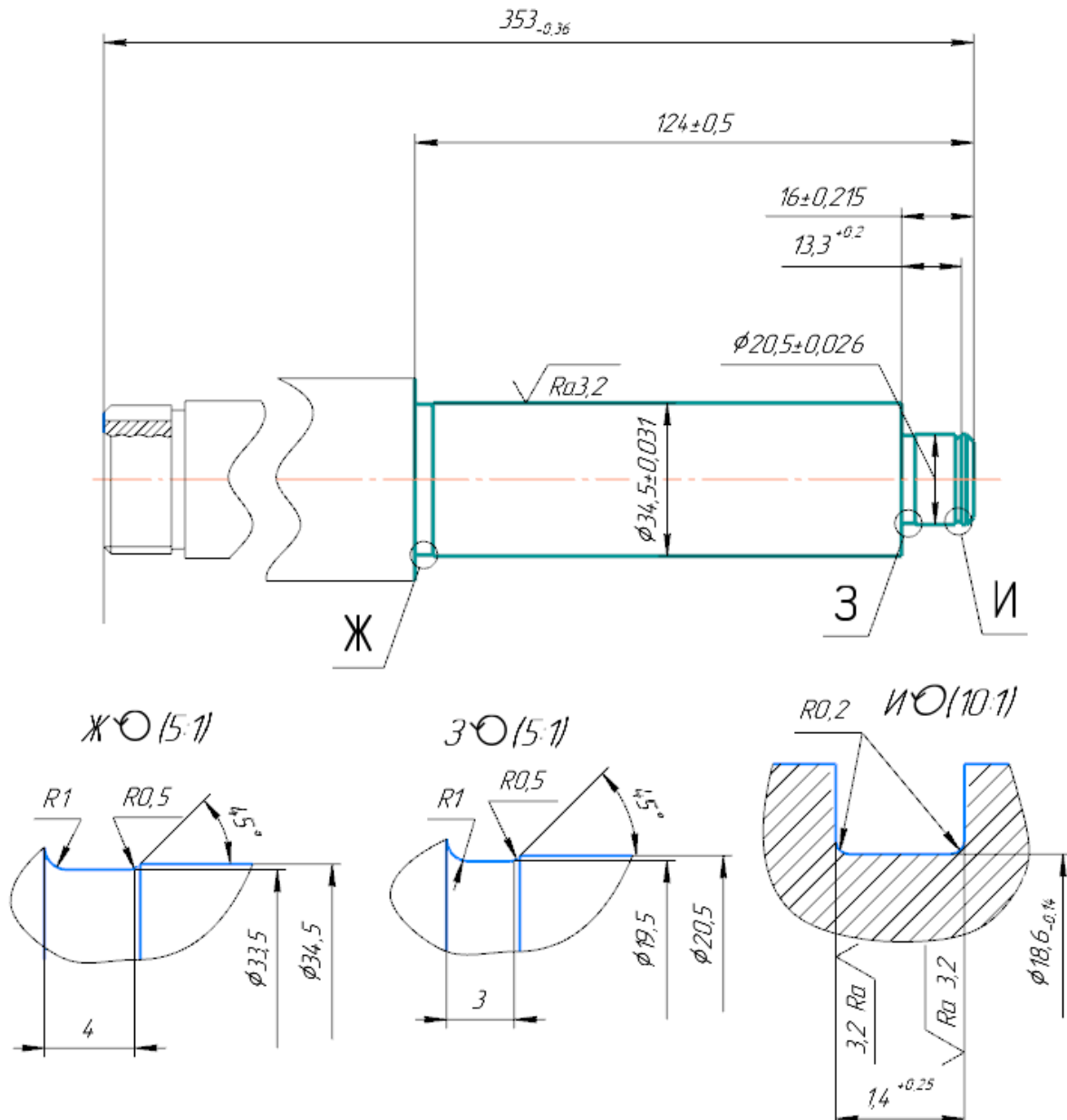


Рисунок 6.2 – Операційний ескіз (операція 030)

Аналіз поверхонь показав що, обирається спосіб базування в центрах, тому що відсутні інші альтернативні рішення. Оброблювані поверхні можна при даному базуванні піддаються обробці, конфігурація деталі не

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

перешкоджатиме підведенню інструменту. Таке базування забезпечує принцип постійності баз, тобто обробку деталі на інших операціях без зміни баз.

На даній операції заготовка позбавляється 5 ступенів вільності. При цьому виникають дві бази:

- подвійна направляюча – лівий і правий центровий отвір, позбавляють деталь 4-х ступенів вільності: переміщення вздовж осей X і Y і обертань навколо осей X і Y;

- опорна – торець уступу, позбавляє деталь одного ступеня вільності: переміщення вздовж осі Z.

Два варіанти базування використовують подвійну напрямну та опорну бази. Результатом базування є позбавлення валу п'яти ступенів вільності. Лишається лише обертання валу навколо своєї осі.

При токарній й обробці з ПЧК можливості верстата дозволяють встановити нуль деталі в потрібній нам точці – встановимо нуль деталі на правому торці розміру 353. При вище вказаних вимогах похибки базування будуть відсутні.

Приклад базування приведений на рисунку 6.3, також додано таблицю відповідності 6.2 та матрицю зв'язків 6.3.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

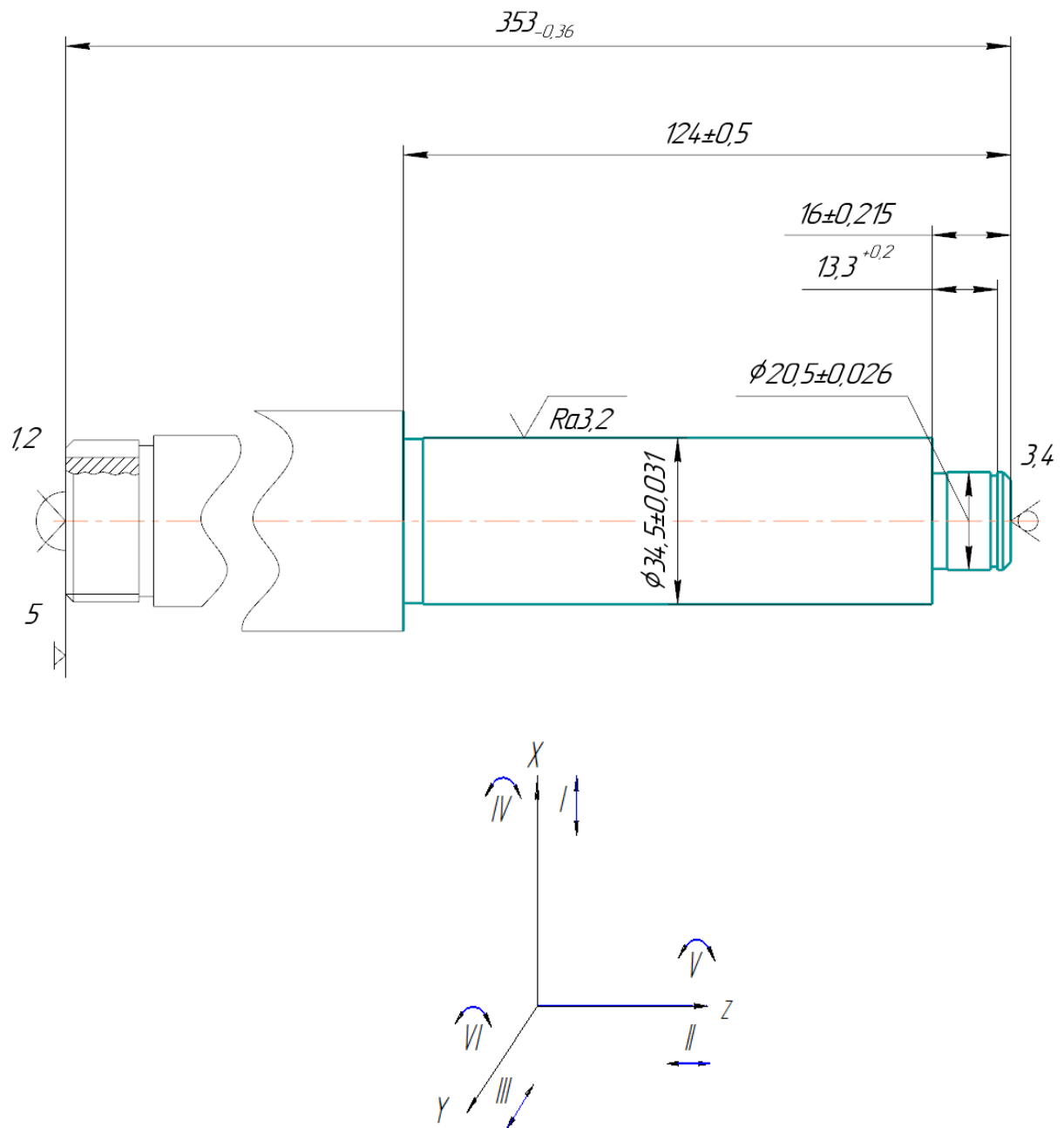


Рисунок 6.3 – Схема базування на токарній операції 030

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Назва бази
1, 2, 3, 4	I, III, IV, VI	ПНБ
5	II	ОБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510169-00 ПЗ

Лист

25

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування баз
1	1	1	0	ПНБ
$\alpha$	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
$\alpha$	0	0	0	
$\Sigma$	2	2	1	5 ступенів

Розглянемо варіанти схем базування на зуботокарній операції 040. На даній операції йде обробка черв'яка, показаний на рисунку 6.4. Характеристики черв'яка показані на рисунку 6.5.

Для операції 035 – зуботокарна.

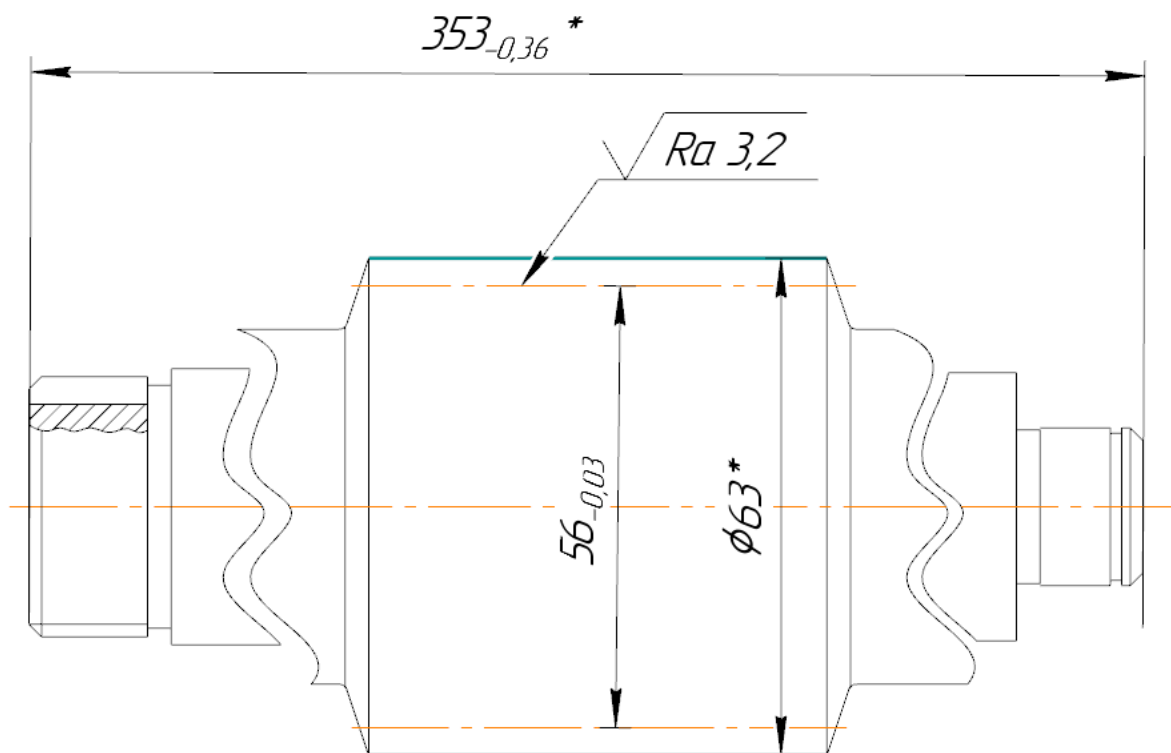


Рисунок 6.4 – Операційний ескіз (операція 040)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Модуль осевої	3,5	
Число заходів	1	
Тип черв'яка	Архимедова	
Угол подъема витка	3°34'35"	
Направление витка	Правое	
Ход винтовой линии	10,99	
Параметры профиля винтовой	Угол профиля	20°
	Высота витка	8
Степень точности по ГОСТ 3675-56	7-X	
Толщина витка	5,2311 <sup>+0,20</sup> <sub>-0,245</sub>	
Измерительная высота	3,5	
Предельное отклонение осевого шага	±0,014	
Допуск на профиль червяка	0,022	
Предельные накопленные погрешности осевого шага	+0,025	
Допуск на радиальное биение витков червяка	0,020	
Зацепляется с деталью	2Н135.4.0.082	

Рисунок 6.5 – Геометричні параметри черв'яка.

Базування деталі відбудуватиметься в двох центрах, оскільки на даній операції формується лише різь напрохід то дане базування виключає похибки на оброблення даної поверхні незалежно від типу обраних центрів - обираємо базування в плаваючому та обертовому центрах.

На даній операції заготовка позбавляється 5 ступенів вільності. При цьому виникають дві бази:

- подвійна направляюча – лівий і правий центровий отвір, позбавляють деталь 4-х ступенів вільності: переміщення вздовж осей X і Y і обертань навколо осей X і Y;
- опорна – торець уступу, позбавляє деталь одного ступеня вільності: переміщення вздовж осі Z.

Приклад базування приведений на рисунку 6.6, також додано таблицю відповідності 6.4 та матрицю зв'язків 6.5.

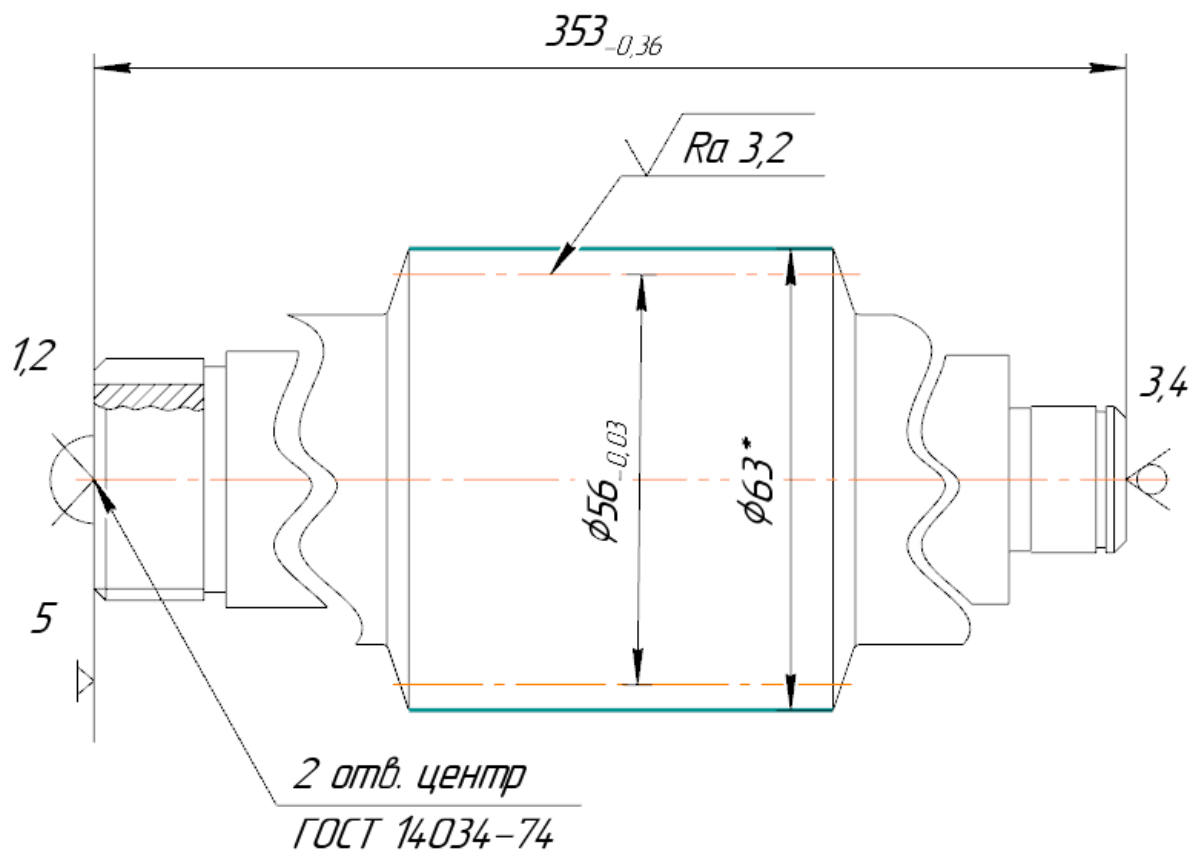


Рисунок 6.6 – Базування на зуботоканній операції (операція 035)

Таблиця 6.4 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1, 2, 3, 4	I, III, IV, VI	ПНБ
5	II	ОБ
6	V	

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування баз
1	1	1	0	ПНБ
$\alpha$	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
$\alpha$	0	0	0	
$\Sigma$	2	2	1	5 ступенів

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Аналіз вихідної моделі верстатного обладнання дозволяє застосувати його на операціях 030і 040. Верстат дозволяє забезпечити продуктивність залежно від типу виробництва, конфігурації та точності розмірів, технічних вимог щодо якості оброблених поверхонь заготовки. Потужність верстата достатня для виконання операції із використанням різних режимів різання. Функціональні можливості дозволяють виконати всі токарні операції для даної деталі. Технічна характеристика верстата Z-MAT Flash FTL400T наведена у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Технічна характеристика верстата Z-MAT Flash FTL400T

Виробник	Z-MaT
Серія	FTL
Розмір патрона	8 дюймів (210 мм)
Діаметр виробу над станиною	400 мм
Макс. довжина обробки	650 мм
Діаметр виробу над супортом	220 мм
Прохідний отвір шпинделя	62 мм
Макс. діаметр наскрізного отвору	52 мм
Переміщення по осі X / Z	280 мм / 650 мм
Тип задньої бабки	Гідравлічна
Швидкість обертання	2000 об/хв
Кількість інструментів	8
Потужність головного двигуна	5,5/7,5 кВт
Швидкий хід по осях X/Z	15/15 м/хв
Висота центру	63 мм
Кут нахилу станини	35
Точність позиціонування X/Z	0,01/0,01 мм
Повторюваність X/Z	0,004/0,004 мм
Переміщення задньої бабки	100 мм
Конус пінолі задньої бабки	MT4
Вага	2600 кг
Габарити (Д×Ш×В)	2500×1400×1500 мм



#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

На операцію 030 (токарна з ЧПК) і 040 (зуботокарна) вибираємо верстатні пристрої, металорізальні та вимірювальні інструменти.

Для установки і закріплення серв'ячного валу в центрах використовуємо паводковий патрон діаметром  $D=200$  мм, виконання 1. Позначення: Патрон 7108-0021 ГОСТ 2571-71.

Передача руху заготовці здійснюється через хомутик. Вибираємо хомутик для заготовок діаметром від 65 до 80 мм. Позначення: Хомутик 7107-0043 ГОСТ 2578-70.

Призначаємо центр верстатний обертовий типу А, виконання 1 з конусом Морзе 4, нормальної серії підвищеної точності. Позначення: Центр А-1-4-НП ЧПК ГОСТ 8742-75\*. Центр плаваючий.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо різець токарний прохідний з механічним кріпленням підтисканням важелем через отвір твёрдосплавної непереточуваної ромбічної пластинки з ріжучою кромкою 12,7 мм і кутом в плані  $95^\circ$ , задній кут пластинки  $0^\circ$ , правий, перерізом  $H \times B = 20 \times 20$  мм, довжиною 125 мм. Позначення: Різець РСМNR 2020 K12 T15K6.

Для обробки канавки під стопорне кільце використовуємо різець спеціальний канавковий для точіння канавки з напайною пластиною з твёрдого сплаву T15K6. Переріз державки 20x20.

Для контролю розмірів використовуємо штангенциркуль Нолех 412821 150, Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89;

Передача руху заготовці при зуботокарній обробці здійснюється через хомутик. Вибираємо хомутик для заготовок діаметром від 36 до 50 мм. Позначення: Хомутик 7107-0039 ГОСТ 2578-70.

Для обробки черв'яка використовуємо різець спеціальний з напайною пластиною з твёрдого сплаву T15K6. Переріз державки – 20x20.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для контролю профілю черв'яка використовуємо шаблон.

Зведемо до таблиці 6.7 верстатний пристрій, ріжучий, вимірювальний та допоміжний інструмент, який використовується при механічній обробці на операціях 030 і 035.

Таблиця 6.7 – Ріжучий та вимірювальний інструмент, що використовується при обробці на операціях 030 і 035 токарних з ЧПК.

Номер та зміст переходу	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Верстатний пристрій	Вимірювальний інструмент
030 Обточування зовнішніх поверхонь	Різець PCLNR2020K12; Різець спеціальний канавковий	Центр плаваючий; Центр обертовий ГОСТ 8742-75	Патрон повідковий 7108-0021 ГОСТ 2571-71	Holex 412821 150 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89;
040 Нарізання черв'яка	Різець спеціальний	Центр плаваючий; Центр обертовий ГОСТ 8742-75	Патрон повідковий 7108-0021 ГОСТ 2571-71	Шаблон черв'ячний

## 6.5 Розрахунок режимів різання

Операція 030 – токарна з ЧПК.

Проведемо розрахунок режимів різання для обточування діаметральної поверхні ( $\varnothing 34,5$ ).

Рекомендації для обробки показано [6, табл. 11, с. 271]: для оброблюваного матеріалу – Сталь 18 ХГТ, та ріжучого леза Т15К6, ЗОР - емульсія.

Визначимо глибину різання [12]:

$$t = \frac{D_3 - D_{\text{обт}}}{2 \cdot i}, \quad (6.1)$$

де  $D_3$  – діаметр в стані заготовки;

$D_{\text{обт}}$  – діаметр після точіння;

$i$  – кількість проходів.

$$t = \frac{36 - 34,5}{2} = 0,75 \text{ мм.}$$

Визначимо подачу за джерелом [12, с.266, табл. 11]:

$$S = 0,25 \text{ мм/об.}$$

Стійкість інструменту  $T = 60$  хв. Визначимо швидкість різання за формулою [12, с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (6.2)$$

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де  $C_v=420$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,20$ ;  $m=0,20$  – коефіцієнти та показники у формулі швидкості різання [12, с.269].

$K_v$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, котрий враховує фактичні умови різання, визначається за формулою[12, с.268]:

$$K_v = K_M \cdot K_t \cdot K_n, \quad (6.3)$$

де  $K_M = 0,8$  – поправочний коефіцієнт, на оброблюваний матеріал [12, с.262];

$K_t = 1,05$  – поправочний коефіцієнт, враховуючий інструментальний матеріал [12, с.263];

$K_n = 1,0$  – поправочний коефіцієнт, враховуючий вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [12, с.263].

$$K_v=0,8 \cdot 1,05 \cdot 1,0=0,84,$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,84 = 227,75 \text{ м/хв.}$$

Визначимо частоту обертання шпинделя за формулою[12, с.280]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 227,75}{3,14 \cdot 34,5} = 2102 \text{ об/хв.}$$

Скорегуємо частоту обертання відповідно до паспорту верстата  $n = 1000$  об/хв.

Визначимо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.5)$$

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1000}{1000} = 219 \text{ м/хв.}$$

Визначимо силу різання за формулою [12, с.271]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (6.6)$$

де  $C_p = 300$ ,  $x = 1,0$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$  – коефіцієнти та показники в формулі [12, с.273];

$K_p$  – поправочний коефіцієнт, який враховує умови різання [12, с.271], розраховується за формулою:

$$K_p = K_m \cdot K_\varphi \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda \cdot K_r \quad (6.7)$$

де  $K_m = 1,17$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності; [12, с.264]

$K_\varphi = 0,94$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив головного кута в плані на силові залежності; [12, с.275]

$K_\gamma = 1,0$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив переднього кута на силові залежності; [12, с.275]

$K_\lambda = 1,0$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу головного леза на силові залежності; [12, с.275]

$K_r = 1,0$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив радіуса при вершині на силові залежності. [12, с.275]

$$K_p = 1,17 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,10.$$

Враховуючи поправочні коефіцієнти отримуємо:

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,875^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 219^{-0,15} \cdot 1,10 = 268 \text{ Н}$$

Визначимо потужність необхідну для обробки за формулою [12, с.280]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (6.8)$$

$$N = \frac{268 \cdot 219}{1020 \cdot 60} = 0,95 \text{ кВт}$$

Потужність верстата Z-MAT Flash FTL400T за паспортом 5,5 кВт, ККД = 0,9. Потужність на шпинделі визначається за формулою [12] :

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ел}} \cdot \eta \quad (6.9)$$

$$N_{\text{шп}} = 5,5 \cdot 0,9 = 4,95 \text{ кВт}$$

Розрахункове значення потужності різання не перевищує допустимого ( $0,95 < 4,95$ ), а значить – обробка на даному верстаті може бути виконана.

Режими обробки інших поверхонь, що оброблюються на даній операції підібрано за допомогою додатку SECO Suggest. Режими різання подано в таблиці 6.9.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 6.9 – Режими різання визначені за табличним методом для токарної операції 030

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки					
	l	t, мм	S, м/об	V, м/хв	n, об/хв	L, мм
1	2	3	4	5	6	7
Поверхня $\varnothing 20,5$	1	0,5	0,25	128	2000	15
Канавки	1	0,25	0,25	-	2000	-
Канавка стопорного кільця	1	0,95	0,15	90	1400	1,25

Операція 050 – фрезерувальна з ЧПК.

Розрахунок режиму різання та підбір різально інструменту виконаємо у додатку SECO Suggest [13].

Вихідними даними для підбору режиму різання та інструменту є матеріал (Сталь 18 ХГТ), та геометричні параметри пазу для контршайби (ширина пазу ( $W_s$ ), глибина пазу ( $D_s$ ), довжина пазу ( $L_s$ ), максимально допустима потужність верстата, оберти і крутний момент.

Результати підбору покарані на рисунку 6.7.

#### Режимы резания

Show data for: P5 (700 N/mm<sup>2</sup>)

Количество проходов (ae)	1
Ширина обработки (ae)	6.0 мм
Количество проходов (ap)	1
Глубина резания (ap)	3.50 мм
Подача/зуб	0.0480 мм/зуб
Скорость резания	150 м/мин
СОЖ	Эмульсия 5%
об/мин	8000 об/мин
Скорость подачи	1540 мм/мин
Удельный сьем металла (Q)	32.1 см <sup>3</sup> /мин

#### Стратегия: Фрезерование пазов

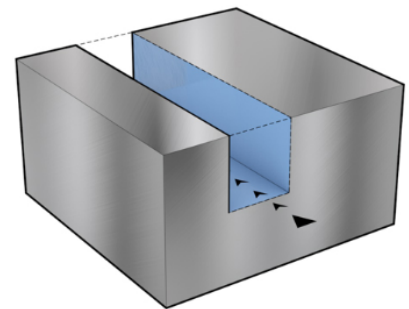
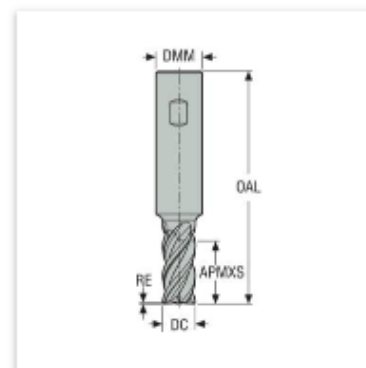


Рисунок 6.7 – Результати підбору режиму різання

Параметри запропонованого інструменту показано на рисунку 6.8.



Обозначение	Описание	Значение
APMXS	Максимальная глубина резания (боковая подача)	14.0 mm
Штрихкод	Штрихкод продукта	28206028000107
ССС	Центральное резание	1
CGT	Геометрия	JHP951
CHW	Ширина фаски	0.200 mm
Смах	Винтовая интерполяция - диаметр отверстия макс.	11.6 mm
Сmin	Винтовая интерполяция - диаметр отверстия мин.	7.8 mm
ПОКРЫТИЕ	Покрытие	SIRON-A
DC	Диаметр DC	6.000 mm
DMM	Диаметр хвостовика	6.00 mm
FCEDC	Число режущих кромок	4
FNA	Угол наклона спирали	40.0 deg
ICC	Внутренний канал подачи СОЖ	No
ItemNumber	Номер позиции	02828206
KCH	Угол фаски	45.0 deg
OAL	Общая длина	55.0 mm
PCEDC	Число периферийных режущих кромок	4
PSIR	Угол в плане	0.0 deg
Тип хвостовика	Тип хвостовика	Weldon
Вес	Вес нетто	0.020 kg



Иллюстрации не являются точным изображением продукции, см. технические параметры инструмента

### Рисунок 6.8 – Рекомендований додатком інструмент

Операція виконується на верстаті Cormak MILL 500 ECOLINE.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TM 18510169-00 ПЗ

Лист

39

## 6.6. Технічне нормування операції

В основі розрахунків продуктивності виконують розрахунок норм штучно-калькуляційного часу для одиничного виробництва.

Розрахуємо основний (машинний) час оброблення посилаючись на раніше визначені режими різання для операцій 030 – токарна з ЧПК та 050 – фрезерувальна з ЧПК.

Основний час (операція 030): :  $T_o = 4,44$  хв.

Визначаємо допоміжний час, для операції 015 за формулою [13, с.101]:

$$T_d = T_{вст} + T_{кв} + T_{вим} \quad (6.10)$$

де  $T_{вст} = 1,4$  хв – час на установку і зняття заготовки [14, с.57];

$T_{кв} = 0,42$  хв – допоміжний час, пов'язаний з керуванням верстата [14, с.79];

$T_{вим} = 0,71$  хв – час на вимірювання [14, с.80-89].

$$T_d = 1,4 + 0,42 + 0,71 = 2,53 \text{ хв.}$$

Оперативний час розраховуємо за формулою [13, с.102]:

$$T_{оп} = T_o + T_d \quad (6.11)$$

$$T_{оп} = 4,84 + 2,53 = 7,47 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot 0,08 \quad (6.12)$$

$$T_{\text{дод}} = 7,47 \cdot 0,08 = 0,59 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучний час за формулою [13. с.101]:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} \quad (6.13)$$

$$T_{\text{шт}} = 7,47 + 0,59 = 8,06 \text{ хв.}$$

Розраховуємо штучно-калькуляційний час за формулою [13. с.101]:

$$T_{\text{шк-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{N} \quad (6.14)$$

де  $T_{\text{п-з}}$  – підготовчо-заклучний час, що складається з часу:

- на отримання креслення і наряду,  $T = 5$  хв;
- на ознайомлення з роботою та кресленням,  $T = 3$  хв;
- інструктаж майстра,  $T = 4$  хв;
- отримання основного та допоміжного інструменту, верстатного пристрою та заготовки,  $T = 9$  хв.
- час на встановлення вихідних режимів роботи станка,  $T = 0,15$  хв;
- час налаштування пристрою для подачі ЗОР:  $0,25$  хв.
- $N = 5$  шт. – кількість деталей у партії

$$T_{\text{п-з}} = 5 + 3 + 2 + 9 + 0,15 + 0,25 = 19,4 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{шк-к}} = 8,06 + \frac{19,4}{5} = 11,94 \text{ хв}$$

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

### 7.1 Мета та завдання на проектування

На даній операції 015 Токарна з ЧПК формуються два типи розміру: лінійний ( $L=16$  IT14/2 мм,  $L=124$  IT14/2 мм,  $L=168$  IT14/2 мм), діаметральний ( $\varnothing 47$ h14мм,  $\varnothing 36$ h14мм,  $\varnothing 22$ h14мм) та центровий отвір на правому торці деталі.

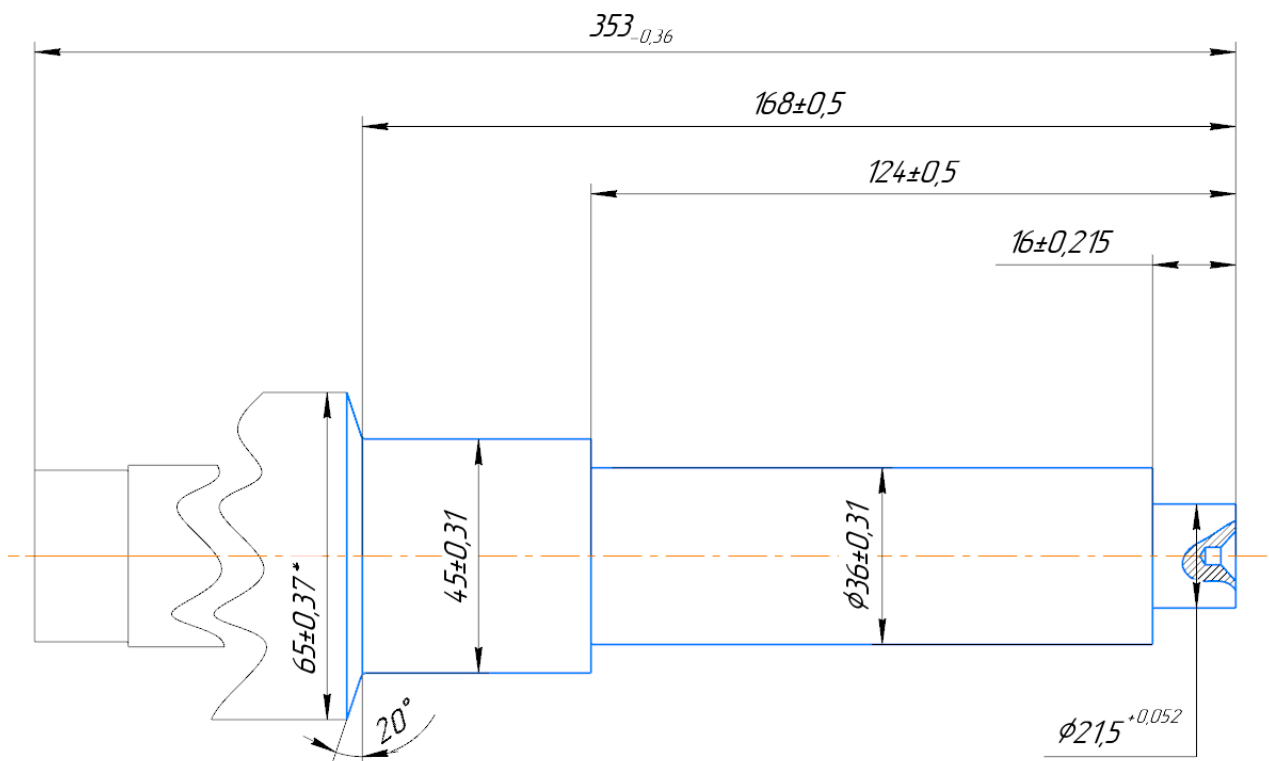


Рисунок 7.1 – Ескіз деталі на операції 015

Використання верстатних пристроїв з механічним приводом сприяє:

- підвищенню продуктивності обробки;
- підвищенню точності оброблення;
- розширенню технічних можливостей обладнання;
- підвищення безпеки праці;
- використання робочих нижчої кваліфікації;
- введення багатOVERСТАТНОГО обслуговування та вивільнення працівників;

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

– полегшення умов праці;

Обробка буде здійснюватися на токарному верстаті з ЧПК Z MAT Flash FTL400T. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.2.

## 7.2 Точність форми

Похибки форми циліндричних поверхонь характеризує відхилення від циліндричності (відповідно до ГОСТ 24642-81), нормується за ГОСТ 24643 81.

Незазначений допуск циліндричності та круглості приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр.

$$T1 = 0,3 T_{\varnothing 45} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності:

$$T1 = 0,2 \text{ мм, дане значення відповідає 13-тому ступеню точності.}$$

$$T2 = 0,3 T_{\varnothing 36} = 0,3 \cdot 620 = 186 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності:

$$T2 = 0,2 \text{ мм, дане значення відповідає 13-тому ступеню точності.}$$

$$T3 = 0,3 T_{\varnothing 21,5} = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності:

$$T3 = 0,16 \text{ мм, дане значення відповідає 13-тому ступеню точності.}$$

## 7.3 Точність розташування

Точність взаємного розташування поверхні  $\varnothing 47h14$  не регламентовано (допуски обмежені допусками на відповідні операційні розміри)

Проведемо розрахунок на невказаний допуск радіального биття  $\varnothing 45h14$ .

Невказаний допуск радіального биття приймаємо орієнтовно в межах 60% від допуску на діаметр.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{11} = 0,6 T_{\varnothing 45} = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску радіального биття:

$T_{11} = 100 \text{ мкм}$ , дане значення відповідає 11-тому ступеню точності.

$$T_{22} = 0,6 T_{\varnothing 36} = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску радіального биття:

$T_{22} = 120 \text{ мкм}$ , дане значення відповідає 12-тому ступеню точності.

$$T_{33} = 0,6 T_{\varnothing 21,5} = 0,6 \cdot 160 = 96 \text{ мкм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску радіального биття:

$T_{33} = 100 \text{ мкм}$ , дане значення відповідає 12-тому ступеню точності.

#### 7.4 Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що формуються на даній операції, має наступні значення: зовнішні циліндричні поверхні  $\varnothing 47h14 \text{ мм}$ ,  $\varnothing 36h14 \text{ мм}$ ,  $\varnothing 22h14 \text{ мм}$  з шорсткістю 12.5 мкм за критерієм Ra;

Торці L16, L124 та L168 здійснюються з шорсткістю поверхні 6.3 мкм за критерієм Ra.

#### 7.5 Розробка і обґрунтування схеми базування

Технологічною базою виступатиме циліндрична поверхня  $\varnothing 70$ , та обидва торці деталі які є достатньо розвиненими та зручними з точки зору технічної реалізації, крім того, застосування цих поверхні як базових не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь. Для деталі типу довгий циліндр, при базуванні, рекомендується використання подвійної напрямної бази:

– установка, лівий торець деталі, позбавляє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі X і обертань навколо осей Z і Y;

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– подвійна напрямна, циліндрична поверхня, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей Z і Y.

Схему базування і закріплення приведено на рисунку 7.1.

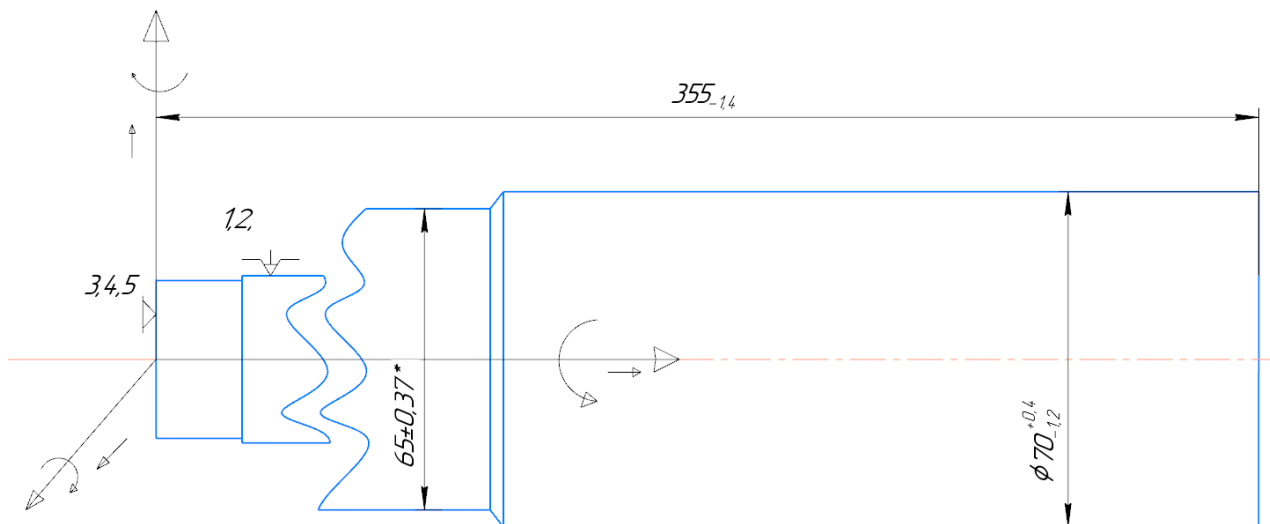


Рисунок 7.1 – Схема базування та закріплення заготовки

Рисунок 7.2 – Схема однобічних зв'язків, що покладають на заготовку

(до таблиці 6.1)

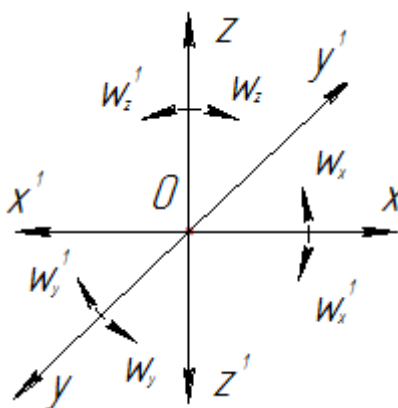


Рисунок 7.2 – Схема однобічних зв'язків, що покладаються на заготовку

(до таблиці 7.1)

Таблиця 7.1 – Індеси та номери зв'язків

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	$\omega_x$	$\omega'_x$	$\omega_y$	$\omega'_y$	$\omega_z$	$\omega'_z$
Спосіб реалізації	Реакція	-	R	R	R	R	R	-	-	R	R	R	R

### 7.6 Аналіз структури полів збудовувальних сил

Для визначення взаємного впливу поля збудовувальних та поля зрівноважуючих сил будемо графічну модель збудовувальних та зрівноважувальних сил (рисунок 7.3) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

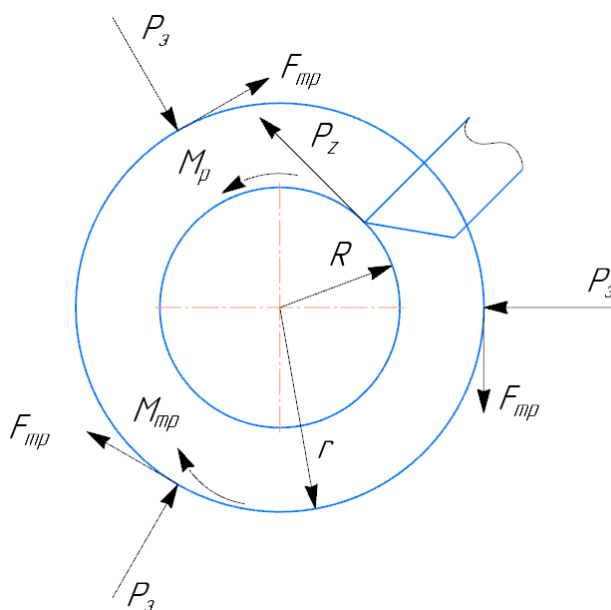


Рисунок 7.3 – Структура поля збудовувальних та зрівноважувальних сил

З рисунку 7.3 бачимо, з боку процесу різання на заготовку діятиме тангенціальна складова сили різання (точіння)  $P_z$ , яка утворює момент різання  $M_{кр}$ , що у свою чергу сприяє провороту заготовки за годинниковою стрілкою.

З іншого боку, з боку кулачків токарного патрону, на заготовку діятиме сила закріплення  $W$ , яка утворює момент тертя  $M_{тр}$ , що спричиняє опір моменту різання  $M_{кр}$ , та діє проти годинникової стрілки.



Для аналізу структури та якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю однобічних зв'язків.

Таблиця 7.2 – Однобічні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	$\omega_x$	$\omega'_x$	$\omega_y$	$\omega'_y$	$\omega_z$	$\omega'_z$
Спосіб реалі- зації	Реакція	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Сила закріплення	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	$F_{тр}$	$F_{тр}$	-	-	-	-

### 7.7 Сили затиску

Отже, із закріпленням заготовки, для її надійної фіксації, має виконуватись умова:

$M_{тр} > M_{кр}$ , або з урахуванням коефіцієнта запасу  $k_{зап}$ , який враховує умови закріплення:  $M_{тр} = M_{кр} \cdot k_{зап}$ ,

де  $M_{тр}$  – момент тертя ;

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot r, \quad (7.1)$$

де  $r$  – радіус закріплення заготовки,  $r = 35\text{мм}$ ;

$F_{тр}$  – сила тертя;

$$F_{тр} = W \cdot f, \quad (7.2)$$

де  $W$  – сила закріплення;

$f$  – коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з кулачками, при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування.  $f = 0,16$  по [3] с.92, таблиця 10

$M_{кр}$  – момент різання;

$$M_{кр} = P_z \cdot R, \quad (7.3)$$

де  $P_z$  – сила закріплення;

$R$  – радіус поверхні різання  $R = 23,5$  мм;

$k_{зап}$  – коефіцієнт запасу,

$$k_{зап} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (7.4)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт гарантованого запасу,  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, при чистової обробки,  $k_1 = 1$  – для чистової обробки;

$k_2$  - коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, по [3] с.84, таблиця 9  $k_2 = 1$  ;

$k_3$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні,  $k_3 = 1$ ;

$k_4$  - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії  $k_4 = 1$ ;

$k_5$  - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів,  $k_5 = 1$ ;

$k_6$  - коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку,  $k_6 = 1$ .

$k_{зап} = 1,5$  - оскільки розрахункове значення коефіцієнта запасу  $K$  виявилось менше 2,5, приймаємо значення  $K = 2,5$ .

Спираючись на попередні формули, отримуємо:

$$F_{тр} \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}$$

$$P_z \cdot f \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}, \text{ де}$$

$P_z$  - сила різання ;

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (7.5)$$

$$P_z = 2040 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 125^0 \cdot 0,75 = 769,5 \text{ Н.}$$

Виконуючи математичні операції над попередніми формулами, отримуємо формулу для обчислення сили закріплення  $W$

$$W = \frac{P_z \cdot R \cdot k_{зап}}{f \cdot r}, \quad (7.6)$$

Підставивши числові значення у формулу (7.6) маємо:

$$W = \frac{769,5 \cdot 23,5 \cdot 2,5}{0,16 \cdot 35} = 8067 \text{ (Н)}$$

### 7.8 Обґрунтування вибору привода

Визначимо силу на штоці  $Q$  з урахуванням важільного передаточного пристрою.

$$Q = \frac{W \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta}, \quad (8.7)$$

де  $W$  – сила закріплення,  $W = 8067 \text{ Н}$  (з розрахунку в пункті 7.7);

$l_1$  та  $l_2$  – плечі важеля,  $l_2 = 28,5 \text{ мм}$   $l_1 = 80 \text{ мм}$

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД),  $\eta = 0,85$

$$Q = \frac{8067 \cdot 28,5}{80 \cdot 0,85} = 3381 \text{ Н.}$$

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

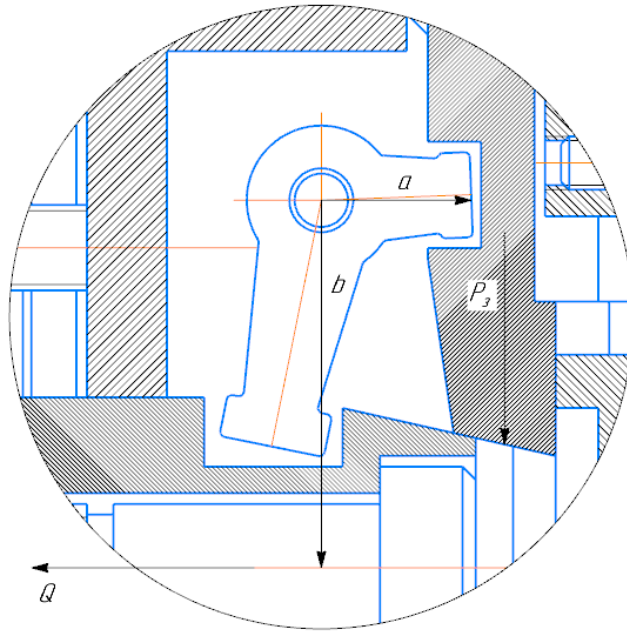


Рисунок 7.4 – Сили, що виникають в приводі

Затиск заготовки виконується при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмокамери двосторонньої дії. При цьому максимальна сила на штоку розраховується по формулі (для вихідного положення штока):

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}, \quad (7.8)$$

де  $Q$  – сила на штоці,  $Q = 3381$  Н;

$d$  – діаметр штока,  $d = 40$  мм;

$D$  – діаметр діафрагми усередині пневмокамери, мм;

$p$  – тиск стисненого повітря,  $p = 0,4$  МПа;

$\eta_{\text{мех}}$  – механічний ККД,  $\eta_{\text{мех}} = 0,9$ .

Опираючись на попередню формулу отримаємо наступний вираз:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot p \cdot \eta_{\text{мех}}} + d^2}, \quad (7.9)$$

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Підставивши всі складові отримаємо:

$$D = \sqrt{\frac{3381}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 0,9} + 40^2} = 116 \text{ мм.}$$

Найближчий більший стандартний діаметр пневмокамери двосторонньої дії обираємо за ГОСТ 13373-67:

$$D_{\phi} = 125 \text{ мм;}$$

Визначаємо фактичну силу закріплення:

$$W_{\phi} = W_{\text{розр}} = 8067 \text{ Н.}$$

Визначаємо фактичну силу на штоці:

$$Q = 0,785 \cdot (125^2 - 30^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 4161 \text{ Н.}$$

Дана сила перевищує необхідну для затиску заготовки силу, отже, спроектований верстатний пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

Оптимальна довжина ходу штока визначається по формулі:

$$l = \frac{L}{2} = (0,17 \div 0,22)D, \quad (7.10)$$

Приймаємо значення  $l=0,22D$ , маємо:  $l=0,22 \cdot 125=27,5$  мм.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

## 7.9 Розрахунки пристрою на точність

Розглянемо приклад розрахунку проектованого токарного патрону, який використовується для базування та закріплення деталі матриця на першій позиції операції комплексної на обробних центрах з ЧПК.

Визначимо розрахункові параметри, які в найбільшій мірі впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі.

У нашому випадку до розрахункових параметрів слід віднести точність взаємного розташування основних і допоміжних конструкторських баз пристрою, а саме радіальне биття робочої поверхні кулачка патрону відносно посадкової циліндричної поверхні патрону, яким останній встановлюється на шпиндель верстата.

Ці параметри є однорідними з похибками, що обумовлені на кресленні деталі як найбільш жорсткі допуски на взаємне розміщення поверхонь, тобто торцеве биття оброблюваної поверхні L353.

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою [15, с.26]:

$$E_{\text{пр}} = T_{\lambda 353} - K_T \cdot \left( (K_{T_1} \cdot \varepsilon_{\lambda 353})^2 + \varepsilon_{z 353}^2 + \varepsilon_{y \varnothing 353}^2 + \varepsilon_n^2 353 + \varepsilon_i^2 353 + (K_{T_2} \cdot \omega_{353})^2 + \varepsilon_{\text{ноз } 353}^2 \right)^{1/2},$$

де:  $T_{\lambda \varnothing 353} = 0,3 \cdot 0,250 = 0,075$  мм - найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції;

$K_T = 1,2$  мкм - коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T_1} = 0,85$  мм - коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\lambda 353} = 0$  - за рахунок використання самоцентруючого пристрою;

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\varepsilon_{3\ 0353}^2 = 0$  – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється);

$\varepsilon_{y\ 353}^2 = 3$  мкм - похибка установлення пристрою на верстаті;

$\varepsilon_{n\ 353}^2 = 0$  - похибка перекосу інструмента;

$\varepsilon_{i\ 353}^2 = 0$  - похибка, що виникає внаслідок зношування встановлювальних елементів пристрою;

$K_{T_2} = 0,6$  мкм - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки;

$\omega_{353} = 6$  мкм - середня економічна точність обробки;

$\varepsilon_{noz\ 353}^2 = 0$  - похибка позиціонування (заготовка не повертається).;

Підставляємо значення у формулу (10.1) та отримуємо:

$$E_{пр} = 75 - 1,2\sqrt{9 + (0,6 \cdot 6)^2} = 69,37 \text{ мкм.}$$

З урахуванням стандартного ряду, беремо допуск торцевого биття робочої поверхні кулачка  $\varepsilon_{пр\beta} = 70$  мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою технічну вимогу «допуск торцевого биття робочої поверхні кулачка відносно посадкової циліндричної поверхні пристрою – не більше 70 мкм.

#### 7.10. Принцип дії пристрою

На кресленні представлений токарний трикулачковий пневматичний патрон двосторонньої дії з ричажним центруючим механізмом. Дане пристосування призначене для автоматизації затиску деталі на токарних верстатах.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основними деталями затискного пристрою цього патрона є гільза 8 і колінчасті важелі 5, що повертаються на осях 12. Сухарик, пов'язаний з великим плечем кожного важеля, входить в канавку, що є в правому кінці гільзи 8. Такий же сухар, розташований на меншому плечі кожного входить у паз, зроблений у звороті основних кулачків 8. Закріплення деталі (за зовнішню поверхню) проводиться при переміщенні гільзи 8 вліво, що викликає поворот важеля за годинниковою стрілкою. Переміщення гільзи 2 проводиться тягою 7, що проходить через отвір у шпинделі та пов'язаної з особливим пристроєм, розташованим з лівого боку передньої бабки верстата.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54



## ВИСНОВКИ

В даній роботі було детально проаналізовано технологічний процес виготовлення деталі «черв'як 2Н135.40.45» та запропоновано його удосконалення, а саме – введено попередню термічну обробку для запобігання коробленню на фінальній обробці. Запропоновано аналоги матеріалу деталі, підібрано сучасні верстати, різальний інструмент та відповідні режими різання для нього аналітичним, табличним методами, та за допомогою WEB-додатку SECO Suggest. Розраховано норми часу на операцію 030 – токарна з ЧПК та карту наладки для цієї ж операції, проаналізовано похибки базування та запропоновано використання спеціального обладнання для нівелювання похибок лінійних розмірів на чистових токарних операціях, виконано креслення заготовки та розраховано припуски для розміру  $\varnothing 34f7$ , спроектовано верстатний пристрій – трикулачковий самоцентруючий патрон – що дозволить швидше та ефективніше обробляти подібні деталі на токарних операціях при зменшених затратах. Підготовлено комплект технічної документації – КТП, КЕ, ОК, ОН, МТ, креслення деталі та креслення заготовки.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Євтухов, В. Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач. В.Г. Євтухов, – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
2. **Топоров, О. О.** 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.
3. Станки универсальніє 2Н125, 2Н135, 2Н 150 руководство по эксплуатации. Станкоимпорт, Москва
4. **Зубченко, А. С.** Марочник сталей і сплавів. 2-е вид., Доп. і випр. / А. С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А. С. Зубченко – М.: Машинобудування, 2003. – 784 с.
5. ДСТУ ISO 128-50:2005 Креслення технічні. Загальні засади оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів та перерізів.
6. ГОСТ 2.305-2008 Єдина система конструкторської документації. Види, розрізи, перетини.
7. ДСТУ ISO 7083:2009 Креслення технічні. Умовні позначення геометричних допусків.
8. ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення.
9. ДСТУ EN ISO 1101:2018 Технічні вимоги до геометричних характеристик продукції (GPS). Визначення геометричних допусків. Допуски форми, орієнтації, розташування та биття.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали.
11. **Ткачев, А. Г.** Типовые технологические процессы изготовления деталей машин: Учебное пособие / А.Г. Ткачев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 112 с
12. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
13. Паспорт станка Z-MAT Flash FTL 400T.
14. ГОСТ 2571-71 Патроны токарные поводковые. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2) / ГОСТ от 12 февраля 1971 г. № 2571-71.
15. ГОСТ 2578-70 Хомутики поводковые для токарных и фрезерных работ. Конструкция (с Изменениями N 1, 2) / ГОСТ от 14 декабря 1970 г. № 2578-70.
16. SECO Suggest [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://www.secotools.com/dashboard/Suggest/Suggest>.
17. **Горбачевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени. – Москва : Экономика, 1990.
19. **Кушніров П.В.** Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.
20. **Вардашкина, Б.Н.** Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.
21. Ткачук, К. Н. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний,

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – Київ: Основа, 2006. – 448 с.

22. ГОСТ 13373-67 Механизмы исполнительные пневматические мембранные ГСП. Основные параметры и размеры.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДОДАТКОК А

Креслення деталі черв'як 2Н135.40.045

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ДОДАТКОК Б

### Розрахунок припусків на розмір Ø34f7

	Rz, мкм	h, мкм	Погр., мкм	Zz(min), мкм	d(min), мм	Td, мкм	d(max), мм	d(min), мм	Zz(max), мкм	Zz(min), мкм
Прокат	160	250	310	---	36,9016	1600	38,5	36,9	---	---
Обдирка	125	120	0	1440	35,4616	620	36,08	35,46	2420	1440
Точен. тонк.	6,3	0	0	490	34,9716	62	35,032	34,97	1048	490
Шлиф. тонк.	3,2	6	0	12,6	34,959	100	35,059	34,959	-27	11







## ДОДОТОК Г

### Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту

Створення безпечних умов праці на виробництві було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю Держави є людина – це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого.

Безпечні умови праці – це стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або вплив шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих значень.

В разі появи небезпеки є можливість завдати шкоду здоров'ю людини, тому потрібно робити всі необхідні заходи, спрямовані на її ліквідацію. В літературі можна зустріти такі визначення поняття «небезпека»:

– небезпека – це негативна властивість живої та неживої матерії, що здатна спричинити шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям;

– небезпека – це умова чи ситуація, яка існує в наколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення та/чи пошкодження.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		63

Безпека людини – це поняття, що відображає саму суть людського життя, її ментальні, соціальні і духовні надбання. Безпека людини є невід'ємною складовою характеристики стратегічного напрямку людства, що визначений ООН як «сталій людський розвиток», такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними, (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.).

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні, індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

- охоронні;
- запобіжні;
- блокуючі;

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- сигналізуючі;
- системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);
- індивідуальні захисні засоби (ЗІЗ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань або технологічних процесів;
- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Захисні пристрої – засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин. Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновида устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Стаціонарні огорожі демонтуються лише періодично (зміна робочого інструменту, мастило, перевірка контрольних вимірювань і т.д.). Вони виконуються так, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки робочого. Такі огорожі можуть бути повними, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковою, коли ізолюється лише небезпечна частина машини. Прикладом повної огорожі є огорожі розподільчих пристроїв електрообладнання, вентиляторів, корпусу електродвигунів, насосів.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Рухома огорожа закриває доступ в робочу зону при настанні небезпечного моменту (особливо поширено у верстатобудуванні).

Переносні огорожі використовуються при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також від механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювачів.

Огорожі виконуються у вигляді зварних і литих кожухів, ґрат, сіток, щитків, екранів, вірьовок з прапорцями і т.д.

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу. У разі утворення вибуху, пожежонебезпечних сумішей, при концентраціях 5-50% від вибухонебезпечної, спрацьовує аварійна вентиляція. При підвищеному тиску в ресиверах застосовують теплові реле, що вимикають двигун при збільшенні температури зріджуваного повітря понад припустимого значення.

У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому і перенесення різних виробів слід передбачити запасну проводку від запасного джерела живлення, обмежувачі руху, кінцеві вимикачі, гальмівні і утримуючі пристрої і т.д. Введення слабкої ланки полягає у внесенні до конструкції технологічного устаткування деталей і вузлів, розрахованих на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях (штифти, що зрізають, шпонки, фрикційні муфти, плавкі запобіжники в електроустановках, розривні мембрани і т.д.).

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

людини в цій зоні (механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані).

Сигналізуючі пристрої - це засоби інформації про роботу технологічного устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають. За призначенням системи сигналізації діляться на оперативні; попереджуючі; пізнавальні. За способом інформації: звукові; візуальні; комбіновані; одоризаційні (по запаху, в газовому господарстві).

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести опізнавальне забарвлення трубопроводів, електропроводів і знаки безпеки.

Трубопроводи фарбують в наступні кольори: вода - зелений; пара - червоний; повітря - синій; горючі і негорючі гази - жовтий; кислоти - оранжевий; луж - фіолетовий, горючі рідини - коричневий; інші речовини - сірий.

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів:

- чорний - для провідників в силових ланцюгах;
- червоний - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму;
- синій - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму;
- зелено-жовтий (двобарвний) - для провідників в ланцюгах заземлення;
- блакитний - для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад:

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

- що забороняють (не включати - працюють люди; наскрізний проїзд заборонений);
- застережливі (стій - напруга; не влізай - уб'є; небезпечний поворот);
- що вирішують (працювати тут);
- вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: ізолюючі костюми; засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.); спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.); спецвзуття (черевики, чоботи і ін.); засоби захисту голови (каска, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.

					ТМ 18510169-00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		