

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» ,

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: «Проектування технологічного процесу виготовлення черв'яка 600.01.01»

Здобувача (ки) групи ТМ-91/1 Гайдабруса Дмитра Юрійовича

(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)

Дмитро ГАЙДАБРУС

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

ст. викладач, к.т.н. Анна НЕШТА

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

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант<sup>1)</sup>

\_\_\_\_\_ (посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Суми – 2023**

**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 600.01.01»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-91-1  
спеціальності: \_\_\_\_\_

131 «Прикладна механіка»  
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: \_\_\_\_\_

«Технології машинобудування»  
(назва освітньої програми)

Дмитро ГАЙДАБРУС  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник \_\_\_\_\_

Анна НЕШТА  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент \_\_\_\_\_

Віталій КОЛЕСНИК  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2023 року

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ**  
**«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет Кафедра	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i> <i>технології машинобудування, верстатів та</i> <i>інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i> (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*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ**

*Гайдабрус Дмитро Юрійович*  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення черв'яка 600.01.01*

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 04.04.2023 року № 0338-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « 10 » червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) \_\_\_\_\_

*3.1 Робоче креслення деталі «Черв'як».*

*3.2 Річний обсяг випуску деталей – 4000 шт.*

*3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Черв'як».*

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 Проектування 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 Креслення верстатного пристрою для установки заготовки

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі черв'яка 600.01.01.

5. Консультанти розділів роботи (проекту)

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

6. Дата видачі завдання «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2023	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2023	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2023	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2023	
5	Оформлення креслень та презентації	09.05.2023	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Дмитро ГАЙДАБРУС**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проекту)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Анна НЕШТА**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет технічних систем та енергоефективних технологій**  
**Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ *Віталій ІВАНОВ*

«\_\_\_» *червня* 2023 р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ**  
**ЧЕРВ'ЯКА 600.01.01**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра  
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»  
Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

*Дмитро ГАЙДАБРУС*

Керівник

*Анна НЕШТА*

Нормоконтроль

*Артем ЄВТУХОВ*

Суми – 2023

## РЕФЕРАТ

Записка: 104 с., 21 рис., 32 табл., 20 джерел.

Об'єкт розробки – деталь Черв'як 600.01, яка входить до складу талі ручної пересувної черв'ячної ПЗ.71.00.00-01.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення деталі Черв'як 600.01.

В роботі виконано аналіз службового призначення талі ручної пересувна черв'ячна, визначені умови їх експлуатації, проведений аналіз технічних вимог, що пред'являються до конструкції деталі.

Табличним методом визначено тип виробництва і форма організації робіт.

За допомогою ЕОМ обраний метод отримання заготовки. При аналізі технологічної операції заводського технологічного процесу механічної обробки «черв'як» обґрунтовано вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічної оснастки, розраховані режими різання і визначені технічні норми часу на операцію. В кінці роботи представлені висновки, додатки і технологічний процес механічної обробки «черв'яка» на бланках КТП.

ЧЕРВ'ЯК, ШТАМПОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, СХЕМА БАЗУВАННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ.

## Зміст

<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА .....</b>	<b>5</b>
<b>ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ .....</b>	<b>7</b>
<b>«Сумський державний університет».....</b>	<b>7</b>
<b><i>Примітка</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b>	<b>7</b>
<b>2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....</b>	<b>12</b>
<b>4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ.....</b>	<b>20</b>
<b>5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ.....</b>	<b>22</b>
<b>6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....</b>	<b>25</b>
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	25
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки .....	29
6.3 Характеристика верстатного пристрою .....	54
6.4 Розробка операційного технологічного процесу .....	59
6.5 Вибір режимів різання та нормування операцій технологічного процесу.....	63
<b>7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ .....</b>	<b>78</b>
7.1 Завдання на проектування обґрунтування необхідності створення пристрою. Вибір системи пристрою .....	78
7.2 Аналіз схеми базування заготовки .....	81
7.3 Розрахунок сили закріплення заготовки.....	84
7.4 Вибір механізованого приводу закріплення заготовки та розрахунку його параметрів.....	87
7.5 Розрахунок точності пристрою.....	88
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>91</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....</b>	<b>92</b>
<b>ДОДАТОК А .....</b>	<b>94</b>
<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>95</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>96</b>
<b>ДОДАТОК Г .....</b>	<b>97</b>
<b>ДОДАТОК Д.....</b>	<b>100</b>

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		ГайдабрусД.Ю			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Нешта А.О.				4	
Реценз.					<b>СумДУ, ТМ91-1</b>		
Н. Контр.							
Утверд.							
					Проектування технологічного процесу виготовлення деталі Черв'як 600.01.01		

## ВСТУП

У теперішній час поглиблюється розробка проблеми впливу технології на фізико-хімічний стан метала поверхневого шару оброблюваних заготовок, його дислокаційна будова, розміри кристалічних блоків і на експлуатаційні властивості і надійність деталей машин. Триває розгляд проблеми технологічної спадковості зміцнюючої технології. Розробляються методи оптимізації технологічних процесів по точності, продуктивності та економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей і надійності деталей машин.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і збірки (особливо в напрямках створення маловідхідної технології чистової обробки і автоматизації складальних робіт). Розвиток технології машинобудування на даному етапі має «здійснювати перехід до масового застосуванню високоефективних систем машин і технологічних процесів, що забезпечують комплексну механізацію та автоматизацію виробництва, технічні переозброєння його основних галузей».

Надзвичайно великий зв'язок технології машинобудування з такими дисциплінами, як теорія різання, металорізальні верстати та інструменти, допуски, технічні вимірювання, матеріалознавство і термічна обробка. Розгляд технологічних питань без використання цих наук взагалі неможливо.

В даному курсовому проекті запропоновано технологічний процес обробки деталі Черв'як. Ця деталь є одним з валів редуктора, який входить до складу талі ручної пересувний черв'ячної ПЗ.71.00.00-01.

У зв'язку з тим що конструкція установки постійно вдосконалюється, і зросли замовлення на даний виріб, виникла необхідність розробки нового технологічного процесу, який повинен забезпечувати нові вимоги конструкторів і відноситься до середньосерійного типу виробництва.

Також новий технологічний процес повинен бути більш прогресивним, ніж старий, і забезпечувати виконання всіх вимог креслення і технічних умов, підвищення продуктивності праці і якості виробу, скорочення трудових і

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
						5
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		



матеріальних витрат на його реалізацію технологічний процес повинен відповідати вимогам техніки безпеки і промислової санітарії, викладеним в системі стандартів безпеки праці. Також розробці нового технологічного процесу в центрі уваги повинні бути питання екології.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		6

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

Таль ручна пересувна черв'ячна призначена для підняття на висоту 3 м. і переміщення вантажів не більше 5.3 т. по підвісному монорейковому шляху двотаврового профілю при виробництві ремонтних, монтажних та інших робіт. Дана таль також застосовується як механізм підйому і механізму пересування вантажу для ручного однобалочного крану.

Таль експлуатується в закритих приміщеннях, в частині впливу кліматичних факторів таль повинна відповідати виконанню для помірного клімату. Допускається експлуатація талі у вибухонебезпечному середовищі.

Забороняється використовувати талі для підйому людей, вибухонебезпечних або отруйних речовин, а також для підйому і транспортування рідкого або розпеченого металу і шлаку, забороняється експлуатація в хімічних активних середовищах.

Технічний огляд талі, нагляд і обслуговування, проведення робіт повинні здійснюватися в суворій відповідності з "правил влаштування та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів" і по [1].

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика талі ручної рухомої черв'ячної ПЗ.73.00.00-01 ПС:

Вантажопідйомність, тс	5,3
Висота підйому, м	3
Тип передачі механізму підйому	Вибухонебезпечне, черв'ячне. Не самогальмівна
Тип передачі механізму пересування	Зубчата, циліндрична
Тип і профіль шляху	Двотаврова балка
Мінімальний радіус закрулення шляху, м	2,5

Тягове зусилля на ланцюги, не більше, кгс:	
-механізм підйому	75
-механічне пересування	20
Маса талі, кг	144

Характеристика грузової пластинчастої ланцюга приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика грузового пластинчастого ланцюгу

Умови позначення ланцюгу	Крок ланцюгу, мм	Руйнуюче навантаження, кН	Довжина ланцюгу за кресленням, м	Коефіцієнт запасу міцності
G-80-1-40	40	не менше 80	6,7	не менше 3

Пристрій ручної талі пересувний черв'ячної наведено на рисунку 1.1.

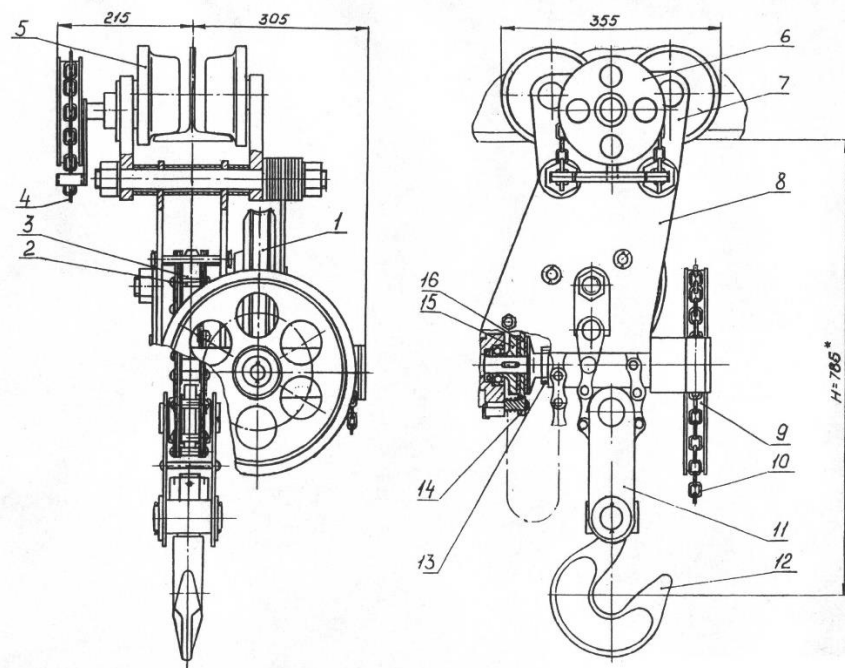


Рисунок 1.1 – Пристрій ручної талі пересувний черв'ячної

1 – черв'ячне колесо; 2 – пластинчастий ланцюг; 3 – вантажна зірочка; 4 – тяговий ланцюг механізму пересування; 5 – ходові ролики; 6 – тягове колесо механізму пересування; 7 – механізм пересування; 8 – механізм підйому; 9 –

тягове колесо підйому; 10 – тяговий ланцюг механізму підйому; 11 – підвіска; 12 – вантажний гак; 13 – черв'як; 14 – собачка; 15 – вантажоупорне гальмо; 16 – храпове колесо

Таль являє собою пристрій, скомплектувати з механізму підйому (8) і механізму пересування (7).

Механізм підйому представляє собою черв'ячну передачу, об'єднана з вантажною зірочкою (3). На одному з кінців черв'яка (13) встановлено тягове колесо (9), на іншому поміщений дисковий автоматичний вантажоупорне гальмо (15).

Черв'як змонтований на опорах, що мають підшипники кочення. Черв'ячна шестерня з'єднана за допомогою шпонки з вантажною зірочкою (3).

Корпус механізму підйому є три щоки, з листової сталі, які в свою чергу за допомогою розпірок з'єднані з двома щоками механізму пересування.

Механізм пересування талі складається з ходових роликів (5), змонтованих на осях, закріплених в щоках механізму пересування. Два ходових ролика на одній з щок мають зубчасті вінці, які входять в зачеплення з шестернею. Шестерня закріплена за допомогою шпонки на приводному валику, на іншому кінці якого встановлено тягове колесо механізму пересування (6). Приводний валик встановлений в підшипнику ковзання.

На вантажну зірочку одягається вантажна пластинчастий ланцюг (2), на яку поміщається підвіска (11).

Підвіска складається з вантажного гака (3), змонтованого на завязаному шарикопідшипнику в траверсу, щок підвіски, осі ролика і ролика підвіски.

Вантажні та тягові ланцюги забезпечені від спадання із зірочки і тягових коліс напрямними.

Підйом або опускання вантажу проводиться одним робочим за допомогою приведення в рух тягового ланцюга (10).

Тягове колесо (9), через черв'як повідомляє обертальний рух шестерні і вантажній зірочці, в результаті чого відбувається «змотування» або «намотування» ланцюга.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		9

При обертанні тягового колеса за годинниковою стрілкою відбувається підйом вантажу, а обертання тягового колеса проти годинникової стрілки призведе до опускання вантажу.

Вантажоупорне гальмо забезпечує плавне опускання вантажу і автоматичну зупинку вантажу, при припиненні навантаження на тяговий ланцюг.

При підйомі буде чути характерний звук, що видається при ударі собачки (14) за храповими колеса (16).

Пересування талі проводиться за рахунок тягового ланцюга механізму пересування, приводячи в обертання тягове колесо. Тягове колесо через приводний валик обертає шестерню, що приводить в рух ходові ролики з зубчастими вінцями.

### **Заходи безпеки при експлуатації талі**

При роботі талі необхідно забезпечити дотримання таких вимог:

а) для стропування призначеного для підйому вантажу застосовувати стропа, відповідні вазі вантажу, що піднімається з урахуванням числа гілок і кута їх нахилу; стропа слід підбирати так, щоб кут між їх вітками не перевищував  $90^\circ$ ;

б) при відсутності на вантажному гаку запобіжного замка допускається робота талі тільки з гнучкими вантажозахоплюючими пристроями, що виключають можливість випадання їх із зівга гака;

в) підйом дрібноштучних вантажів проводити в тарі, при цьому виключати можливість випадання окремих вантажів;

г) при переміщенні вантажу в горизонтальному напрямку попередньо підняти його на 0,5 м вище що зустрічаються на шляху;

д) при підйомі вантаж попередньо підняти на висоту не більше 200-300 мм для перевірки правильності стропування та надійності дії гальма;

е) підйом вантажу або опускання не виробляти, якщо під вантажем знаходяться люди;

ж) після закінчення роботи або при перерві в роботі вантаж не залишають в підвішеному стані;

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		10

з) працювати тяговими ланцюгами плавно, не допускаючи різких ривків і зіткненні однієї гілки ланцюга про іншу, для запобігання спадання ланцюга з тягового колеса і освіти іскри від зіткнення гілок ланцюга.

**При роботі талі не допускається:**

а) підйом вантажу, що перевищує нормальну вантажопідйомність талі, причому в величину вантажопідйомність включається вага знімних вантажозахоплюючих пристроїв;

б) підйом вантажу з розташованими на ньому людьми;

в) підйом вантажу, засипаного землею або примерз до землі, закладеного іншими вантажами, закріпленого болтами або залитого бетоном;

г) переміщення вантажу по землі, підлозі або рейках;

д) звільнення за допомогою талі затиснених вантажів, стропів канатів або ланцюгів;

е) вирівнювання вантажу, що піднімається власною вагою, а також поправка стропів на вазі;

ж) зняття з талі вантажний або тягового ланцюга для використання на інших роботах.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		11

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь являє собою тіло обертання з відношенням  $l/d=216/24=9$ . Вага деталі складає 0,31 кг. Креслення виконано на масштабі 2:1 на форматі А4×3.

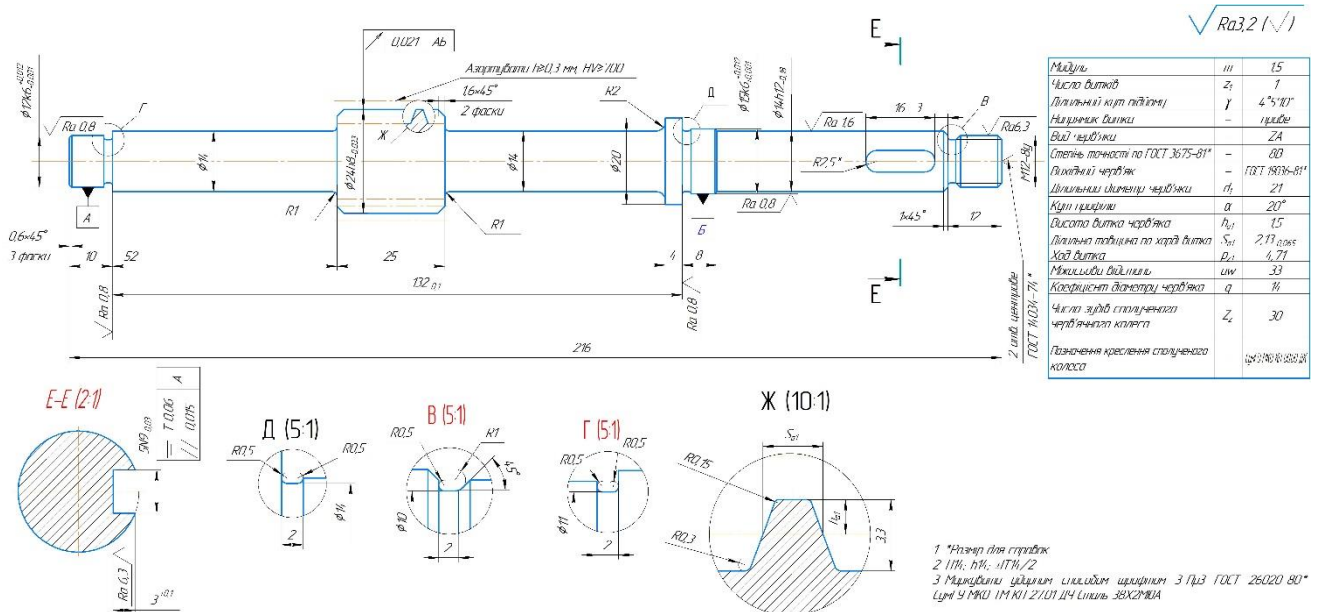


Рисунок 2.1 – Деталь Черв'як

Існують якісні та кількісні методи оцінки технологічності конструкції.

### Якісний метод оцінки деталі:

Матеріал деталі (наявність заміників, вартість, оброблюваність, можливі способи одержання заготовок).

Базування та закріплення деталі під час обробки (можливість використання стандартних пристроїв без додаткових приладів для вивірки положення та незмінність положення після закріплення).

Простановка розмірів (має бути такою, щоб вимірювання виконувалось стандартним інструментом, без перерахунку розміру).

Наявність жорстких вимог допусків форми та розташування.

### Нетехнологічні конструктивні елементи:

- складність контуру деталі (перевід обробки на ЧПК);
- глухі, малого діаметру отвори та розташовані під кутом отвори;
- різноманітність розмірів різбових отворів;
- перепади діаметрів в обидві сторони;

- різні розміри фасок, канавок на одній деталі.

Можливі способи одержання заготовок.

**До кількісних відносяться:**

- Коефіцієнт точності обробки
- Коефіцієнт шорсткості поверхні

Матеріал деталі: Жароміцна релаксаційностійка Сталь 38Х2МЮА  
ГОСТ4543-71

Таблиця 2.1 – Хімічний склад

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Al	Cu
0.35 - 0.42	0.2 - 0.45	0.3 - 0.6	до 0.3	до 0.025	до 0.025	1.35 - 1.65	0.15 - 0.25	0.7 - 1.1	до 0.3

Таблиця 2.2 – Механічні властивості

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Трубы, ГОСТ 21729-76			392		20			
Пруток, ГОСТ 4543-71	Ø 30		980	835	14	50	880	Закалка и отпуск

Таблиця 2.3 – Фізичні властивості

T	E 10 <sup>-5</sup>	$\alpha$ 10 <sup>6</sup>	$\lambda$	$\rho$	C	R 10 <sup>9</sup>
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.09		33	7710		
100	2.02	11.5	33		496	
200	1.94	11.8	32		517	
300	1.9	12.7	31		533	
400	1.81	13.4	20		546	
500	1.74	13.9	20		575	
600	1.62	14.7	28		609	
700	1.47	14.9	27		638	
800	1.37		27		676	
T	E 10 <sup>-5</sup>	$\alpha$ 10 <sup>6</sup>	$\lambda$	$\rho$	C	R 10 <sup>9</sup>

Таблиця 2.4 – Замінники



США	Германія	Японія	Франція	Англія	Євросоюз	Італія	Китай
-	DIN.WN r	JIS	AFNOR	BS	EN	UNI	UNE
AC290C 1M Cl.A J24056 K24065 K24728	1.8509 41CrAlM o7	SACM6 45	40CAD6 -12	905M3 9	41CrAlM o7	41CrAl Mo7	38CrM oAJ

### Базування та закріплення деталі

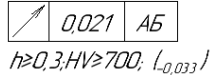
На операціях технологічного процесу закріплення деталі можливе без застосування спец. елементів технологічного оснащення, що робить її технологічною: закріпити трьох кулачковий патрон або в центрах.

Таблиця 2.5 – Простановка розмірів

Характеристика поверхні	Вид обробки	Мет., дос., точ,	PI	VI
h14:d14;d20 h12: d14	Зовнішнє точіння	I	Різець прохідний упорний	ШЦ
IT14/2: l216;l10; l52; l25; l4; l8; l12				
k6: d12; d15				
h8:d24				
h9:l132				
Зубці $h_{a1}=1,5$ $S_{a1}=2,13; R0,3;$ $R0,15; l3,3;$	а)Зубофрез. б)Зубодовб.	I	а) Черв'ячні модульна фреза б) Модульний долб'як	Зубомір
Канавки: В:l2;d10;R0,5;R1; 45°; Г: l2;d14;R0,5 Д:l2;d14;R0,5	Зовнішнє точіння	I	Різець канавочний	ШЦ; Шаблон; Угломір
M12-8g	Різьбонарізання	I- багато проходжень	різьбовий різець	калібр пробка різьбова

Фаски 0,6×45°; 1,6×45°; 1×45°	Зовнішнє точіння	I	Різець прохідний відігнутий	Фаскомір
Торцевий паз 116;R2,5;h3;l3;5N9	Фрезерування		Шпонкова фреза	ШЦ; Шаблон
2отв., центрові	Свердління		Свердло центрове	
Галтелі:R1;R2	Зов. точ.		Різець упорний с малим радіусом пластини	Шаблон

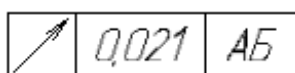
Таблиця 2.6 – Наявність жорстких вимог допусків форми та розташування

Назва елементу	Кількість	Розмір	Точність (квалітет)	Якість (Ra)	Інше
I	II	III	IV	V	VI
Зовнішні циліндричні:					
d=12	1	Ø12	k6	0,8	(+0,012; +0,001); база А
d=14	3	Ø14	h14	3,2	
d=24	1	Ø24	h8	3,2	
d=20	1	Ø20	h14	3,2	
d=15	1	Ø15	k6	0,8	(+0,012; +0,001); база Б
d=14	1	Ø14	h12	1,6	(-0,18)
d=10	1	Ø10	h14	3,2	
d=11	1	Ø11	h14	3,2	
<i>Торці</i>					
l216	2	l216	IT14/2	3,2	
l10	1	l10	IT14/2	0,8	
l52	1	l52	IT14/2	3,2	
l25	1	l25	IT14/2	3,2	
l4	1	l4	IT14/2	0,8	
l8	1	l8	IT14/2	0,8	
l12	1	l12	IT14/2	3,2	
l132	1	l132	h9	0,8	
Зубці	30	h <sub>al</sub> =1,5 S <sub>al</sub> =2,13 R0,3 R0,15	h8 -0,065 h8 h8	3,2	

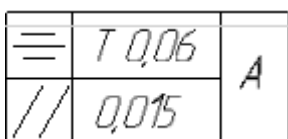
		13,3	h8		
Канавка В	1	l2 d10 R0,5 R1 45°	h14	3,2	
Канавка Г	1	l2 d11 R0,5	h14	3,2	
Канавки Д	1	l2 d14 R0,5	h14	3,2	
Різьба M12-8g	1	d12	8g	6,3	
2 отв. центрове А2 ГОСТ 14034-74*					
Фаски 0,6×45°	3	0,6	h14	3,2	
1,6×45°	2	1,6	h14	3,2	
1×45°	1	1	h14	3,2	
Галтель R1	2	R1	h14	3,2	
R2	1	R2	h14	3,2	

Наявність жорстких вимог форми та розташування.

Розшифровка з ілюстрацією допусків форм та розташування поверхонь заданої деталі:



- Допуск радіального биття  $\varnothing 24h8_{(-0,033)}$  відносно баз А  $12k6_{(+0,001)}^{(+0,012)}$ , Б  $15k6_{(+0,001)}^{(+0,012)}$  становить 0,021 мм



- Допуск симетричності бокових поверхонь паза 5N9 відносно бази А  $12k6_{(+0,001)}^{(+0,012)}$  становить T0,06 мм

- Допуск паралельності бокових поверхонь паза 5N9

Нетехнологічні конструктивні елементи:

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		16

Наявність галтелі, глухих отворів, канавок, шестерні, торцевого пазу потребує верстатів з ЧПУ або зі спеціальними налаштуваннями універсального станка.

Можливі способи одержання заготовок: Прокат, ковка, штамповка

Коефіцієнт точності обробки. Де А- середній квалітет точності.

$$K = 1 - \left(\frac{1}{A_{cp}}\right) > 0,8 \quad (2.1)$$

$$A = \frac{(14 \cdot 35) + (6 \cdot 2) + (8 \cdot 7) + (9 \cdot 2) + 12}{47} = 12,5$$

$$K = 1 - \left(\frac{1}{12,5}\right) = 0,92 \geq 0,8$$

Оскільки коефіцієнт точності вийшов більше, ніж 0,8, це означає що за даним критерієм деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості поверхні. Де Б- середня шорсткість.

$$K = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32 \quad (2.2)$$

$$B = \frac{(1,6 \cdot 2) + (6,3 \cdot 2) + (3,2 \cdot 38) + (0,8 \cdot 15)}{47} = 3,001$$

$$K = \frac{1}{3,001} = 0,33 \leq 0,32$$

Оскільки коефіцієнт шорсткості вийшов більше, ніж 0,32, це означає що за даним критерієм деталь нетехнологічна.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок що деталь є технологічною хоча і має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна зробити технологічними за допомогою спеціальних приладів, інструментів або обладнання.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		17

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова.

Виходячи з річної програми випуску  $N = 4000$  шт. і маси деталі до 5,0 кг., визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь-середньосерійному - по [4] с. 24, таблиця 3.1.

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняльно великим об'ємом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва.

Підприємствами цього типу випускається в даний час 75÷80% всієї продукції машинобудування України. За технологічним і виробничим характером середньосерійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

У середньосерійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізована, частково спеціальні верстати, які розміщуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятись одна від одної розмірами або конструкцією допускають обробку на одному і тому ж обладнанні. Виробничий процес ведеться таким чином, що після виконання обробки заготовок на одній операції проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

При середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним управлінням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПК.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		18

Переналагодження верстатів, пристроїв і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньої технологічної підготовкою.

Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і налагоджують використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на настроєних верстатах.

Технологічна документація та технічне нормування докладно розробляються для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації і дослідно-статистичного нормування найпростіших заготовок.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		19

## 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічністю називають сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних затрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Деталь «Черв'як», відноситься до тіл обертання, виготовляється із Сталі 38ХА2МЮА ГОСТ 4543-2016. Проаналізувавши матеріал, використаний для виготовлення деталі, то він добре піддається лезовій обробці. В якості заміників даної марки сталі можна використовувати наступні марки сталей: Сталь 40Х, 35Х, 40ХН.

Маса готової деталі становить 0,31 кг, тому на механічних операціях не треба застосовувати допоміжні підйомні механізми (кран-балки, мостові крани), що не збільшує допоміжний час та відповідно собівартість готової деталі. За масою деталь технологічна. Габарити деталі дорівнюють  $\varnothing 24 \times 216$  мм. Розміри робочої зони для обробки такої деталі повинні бути великі, так як застосовуване обладнання має великі габарити. Обладнання нормальної точності, тому його обслуговування має не велику вартість.

Креслення деталі виконане відповідно до ГОСТу, на ньому вказана достатня кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень. По даному пункту деталь технологічна [6,7,8].

Деталь «Черв'як» має як точні поверхні 6-9 квалітети із шорсткістю Ra 0,8-3,2 мкм, так і грубі квалітети 14 із шорсткістю Ra 12,5, тому для забезпечення відповідної якості потрібна відповідна кількість операцій. Все це відбивається на собівартості виробу в цілому. Допуски радіального биття досягаються завдяки

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		20

принципам сумісності і постійності баз. Для отримання даних вимог треба використовувати точне чистове обладнання, достатню кількість операцій та переходів (чорнові та чистові), відповідні режими різання та технологічну оснастку. Вартість готової деталі збільшиться, тому що буде використовуватися точне обладнання, технологічна оснастка (вимірювальний інструмент та пристосування).

З точки зору зручності базування дана деталь є не технологічною, так як необхідне застосування спеціальних пристроїв на певних стадіях обробки.

До нетехнологічних конструктивних елементів даної деталі можна віднести поверхні  $\varnothing 24h8$ ,  $\varnothing 12k6$ ,  $\varnothing M12-8g$  (отримують за допомогою верстатів з ЧПК) і зубчаті поверхні (обробляються черв'ячними фрезами з використанням спеціальних поворотних пристроїв).

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна отримати за допомогою спеціального устаткування, пристроїв і різального інструменту.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		21



## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для деталі Черв'як виготовленої зі Сталі 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71\*, виготовленої умовах середньосерійного виробництва найбільш доцільним методом одержання буде Штамповка на ГKM.

Для визначення припусків табличним способом проводяться наступні розрахунки по [7]:

Клас точності поковки – Т4 (с.28, таблиця 19, додаток 1).

Група сталі – М2 (с.8, таблиця 1).

Коефіцієнт для визначення орієнтованої маси поковки  $K_p = 1,3$  (с.31, таблиця 20, додаток 3).

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається за формулою:

$$m_{п.ор.} = m_d \cdot K_p, \quad (5.1)$$
$$m_{п.ор.} = 0,31 \cdot 1,3 = 0,403 \text{ кг.}$$

Визначаємо довжину заготовки за формулою:

$$h = l_{max} \cdot 1,05 = 226,8 \quad (5.2)$$

де  $l_{max}$  - максимальна довжина деталі.

Визначаємо діаметр заготовки за формулою:

$$d = d_{max} \cdot 1,05 = 24 \cdot 1,05 = 25,2 \text{ мм.} \quad (5.3)$$

де  $d_{max}$  - максимальний діаметр деталі.

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V = \pi R^2 \cdot h = 3,14 \cdot (12,6)^2 \cdot 226,8 = 0,000113 \text{ м}^3 \quad (5.4)$$

Фактична маса заготовки визначається за формулою:

$$m_{ф.} = \rho \cdot V = 7710 \cdot 0,000113 = 0,9 \text{ кг.} \quad (5.5)$$

де  $\rho$  - густина сталі,  $\rho = 7710 \text{ кг/м}^3$

Розрахуємо відношення  $m_{п.ор.}$  до  $m_{ф.}$  щоб дізнатися Ступінь складності:

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		22

$$\frac{m_{п.ор.}}{m_{ф}} = \frac{0,403}{0,9} = 0,45$$

Виходячи з розрахунків можна визначити: Ступінь складності – С2 (с.30, додаток 2).

Вихідний індекс – 9 (с.9, таблиця 2).

Конфігурація поверхні роз'єму штамп – П (плоска) (с.8, таблиця 1).

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметри шорсткості Ra, якої необхідно досягнути після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку (с.12, таблиця 3), допуски та допустимі відхилення лінійних розмірів (с.17, таблиця 8) і допустимі припуски (с.20, таблиця 9,10,11,12,13).

Основні припуски на розміри мм.

1,3 – діаметр 14 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,3 – діаметр 24 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,3 – діаметр 14 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,4 – діаметр 15 мм. та шорсткість поверхні Ra=0,8 мкм,

1,4 – довжина 62 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,3 – довжина 25 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,5 – довжина 154 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,4 – довжина 76 мм. та шорсткість поверхні Ra=3,2 мкм,

1,5 – довжина 80 мм. та шорсткість поверхні Ra=0,8 мкм,

Додаткові припуски, враховуючі:

- зміщення по поверхні роз'єму штамп – 0,1 мм. (с. 14, таблиця 4),

- зігнутість, відхилень від площинності і прямолінійності – 0,5 мм. (с. 14, табл. 5).

Розміри поковки, мм:

діаметр 14 + (1,3 + 0,1 + 0,5) · 2 = 17,8 мм. приймаю 18 мм.

діаметр 24 + (1,3 + 0,1 + 0,5) · 2 = 27,8 мм. приймаю 28 мм.

діаметр 20 + (1,3 + 0,1 + 0,5) · 2 = 23,8 мм. приймаю 24 мм.

діаметр 15 + (1,4 + 0,1 + 0,5) · 2 = 19,0 мм. приймаю 19 мм.

довжина 154 + (1,5 + 0,1 + 0,5) · 2 = 158,2 мм. приймаю 158 мм.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		23

довжина  $62 + (1,4 + 0,1 + 0,5) - 2 = 62$  мм. приймаю 62 мм.

довжина  $80 + (1,5 + 0,1 + 0,5) + 2 = 84,1$  мм. приймаю 84 мм.

довжина  $76 - (1,4 + 0,1 + 0,5) + 2 = 76,0$  мм. приймаю 76 мм.

довжина  $25 + (1,3 + 0,1 + 0,5) + 2 = 28,9$  мм. приймаю 29 мм.

Допустима висота торцевої задирки – 1,0 мм. (с.22, таблиця 11).

Допустиме відхилення по відігнутості, відплосчинності і відпрямолінійності – 0,8 мм (с.23, табля 13).

Результати розрахунків припусків и допусків з граничними відхиленнями розмірів показані в таблиці 1.8.

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_{п.ор.}} = \frac{0,31}{0,403} = 0,77 \quad (5.6)$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (для штамповок на ГKM  $m_{опз} = 10\% \cdot m_3 = 10\% \cdot 0,403 = 0,04$  кг):

$$K_{и.м.} = \frac{0,31}{0,403+0,04} = 0,7 \quad (5.7)$$

Таблиця 5.1 – Зведена таблиця для визначення розмірів заготовки, мм

Розмір деталі	Основний припуск на сторону	Додатковий припуск на сторону	Розрахунковий розмір заготовки	Допуск та граничні відхилення	Прийнятий розмір заготовки
Ød14	1,3	0,1; 0,5	17,8	$1,2_{-0,4}^{+0,8}$	$18_{-0,4}^{+0,8}$
Ød24	1,3	0,1; 0,5	27,8	$1,2_{-0,4}^{+0,8}$	$28_{-0,4}^{+0,8}$
Ød20	1,3	0,1; 0,5	23,8	$1,2_{-0,4}^{+0,8}$	$24_{-0,4}^{+0,8}$
Ød15	1,4	0,1; 0,5	19	$1,2_{-0,4}^{+0,8}$	$19_{-0,4}^{+0,8}$
154	1,5	0,1; 0,5	158,2	$1,6_{-0,5}^{+1,1}$	$158_{-0,5}^{+1,1}$
62	1,4	0,1; 0,5	62,0	$1,4_{-0,5}^{+0,9}$	$62_{-0,5}^{+0,9}$
80	1,5	0,1; 0,5	84,1	$1,4_{-0,5}^{+0,9}$	$84_{-0,5}^{+0,9}$
76	1,4	0,1; 0,5	76	$1,4_{-0,9}^{+0,5}$	$76_{-0,9}^{+0,5}$

## 6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Згідно з завданням відбувається розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання  $\varnothing 24h8$ . Маршрут обробки даної поверхні обирається по [6] с. 8, таблиця 4 та зводиться в таблицю 1.9

Таблиця 1.9 – Маршрут обробки поверхні  $\varnothing 24h8$

Назва операції (переходів)	Квалітет точності ІТ	Параметри Шорсткості Ra, мкм.
Заготівельна	T4	50
Чорнова	h14	50-6,3
Напівчистова	h12	25-1,6
Чистова	h8	6,3-0,4

Величина мінімального припуску при обточюванні циліндричної поверхні заготовки, визначають за формулою:

$$2z_{\min i} = 2(Rz_{(i-1)} + h_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \Sigma_{y(i)}^2}) \quad (6.1)$$

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

$h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого слою на попередньому переході (операції), мкм.

$\rho_{i-1}$  - величина просторових відхилень форми поверхні, мкм.

$\Sigma_{y(i)}$  - величина похибок установки заготовки, мкм.

Висота мікронерівностей  $Rz$  та глибина дефектного слою  $h$  обираються по таблицях [6]:

- для заготовки (с. 186, таблиця 12)  $Rz=160$  мкм;  $h=200$  мкм;

- за переходами (с. 188, таблиця 22):

а) для точіння чорнового  $Rz=80$  мкм;  $h=50$  мкм;

б) для точіння напівчистового  $Rz=50$  мкм;  $h=30$  мкм;

Загальне значення просторових відхилень форми заготовок при обробці в центрах зовнішніх поверхонь визначається за формулою:

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

де  $\rho_{\text{см}}$  - похибка поковок по зміщенню фігур,  $\rho_{\text{см}} = 660$ мкм.

$\rho_{\text{кор}}$  - похибка кривизни та короблення,  $\rho_{\text{кор}} = 300$ мкм.

Підставив ці значення в формулу (1.11), отримуємо:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} = \sqrt{660^2 + 300^2} = 725 \text{мкм.}$$

Величина кінцевого сумарного значення, просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу операції визначається за формулою:

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y, \quad (6.3)$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення

Коефіцієнти уточнення обираються за [6] с. 190, таблиця 29:

- для точіння чорнового  $K_y=0,06$

- для точіння напівчистового  $K_y=0,05$

Тоді сумарне значення просторових відхилень форми по переходам будуть:

$$\rho_{\text{чорн}} = 725 \cdot 0,06 = 45 \text{мкм;}$$

$$\rho_{\text{н/ч}} = 725 \cdot 0,05 = 35 \text{мкм;}$$

Обираю  $\Sigma_{y(i)}$  - величина похибок установки заготовки, мкм.

- для чорної  $\Sigma_{y(i)}=130$ мкм;

- для напівчистої  $\Sigma_{y(i)}=125$ мкм;

Підставив обрані ( $Rz$ ,  $h$ ,  $\Sigma_{y(i)}$ ) та розраховані ( $\rho$ ) значення в формулу (1.10)

визначається мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2z_{\text{min чорн.}} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{725^2 + 130^2}) = 2193 \text{мкм;}$$

$$2z_{\text{min н/ч}} = 2 \cdot (80 + 50 + \sqrt{45^2 + 125^2}) = 526 \text{мкм;}$$

$$2z_{\text{min чис}} = 2 \cdot (50 + 30 + \sqrt{35^2}) = 230 \text{мкм;}$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		26

Допуск заготовки  $\delta_{\text{заг}}$  визначений в п. 4 та дорівнює  $\delta_{\text{заг}} = 1,2\text{мм}$ . ( $es=0,8\text{ мм}$ ;  $ei=-0,4\text{ мм}$ ):

- для точіння чорнового  $\delta_{\text{чорн}} = 0,52\text{мм}$ . ( $es=0\text{ мм}$ ;  $ei=-0,52\text{ мм}$ );
- для точіння напівчистового  $\delta_{\text{н/ч}} = 0,21\text{мм}$ . ( $es=0\text{ мм}$ ;  $ei=-0,21\text{ мм}$ );
- для точіння чистового  $\delta_{\text{чис}} = 0,033\text{мм}$ . ( $es=0\text{ мм}$ ;  $ei=-0,033\text{ мм}$ );

Розміри поверхні після чистового точіння визначається за формулою:

$$d_{\min \text{чис}} = d_{\text{ном.чис}} - ei_{\text{чис}}, \quad (6.4)$$

$$d_{\min \text{чис}} = 24 - 0,033 = 23,967\text{мм},$$

$$d_{\max \text{чис}} = d_{\text{ном.чис}} + es_{\text{чис}}, \quad (6.5)$$

$$d_{\max \text{чис}} = d_{\text{ном.чис}} = 24 + 0 = 24,000\text{мм},$$

Номинальний і максимальний припуски на чистове точіння визначають по формулам:

$$2z_{\text{ном.чис.}} = 2z_{\min \text{чис}} + \delta_{\text{н/ч}}, \quad (6.6)$$

$$2z_{\text{ном.чис.}} = 0,23 + 0,21 = 0,44\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{чис}} = 2z_{\text{ном.чис.}} + \delta_{\text{чис.}}, \quad (6.7)$$

$$2z_{\max \text{чис}} = 0,44 + 0,033 = 0,473\text{мм};$$

Розміри поверхні після напівчистового точіння визначається за формулами:

$$d_{\min \text{н/ч}} = d_{\max \text{чис}} + 2z_{\min \text{чис}}, \quad (6.8)$$

$$d_{\min \text{н/ч}} = 24 + 0,23 = 24,230\text{мм},$$

$$d_{\max \text{н/ч}} = d_{\text{ном.н/ч}} = d_{\min \text{н/ч}} + \delta_{\text{н/ч}}, \quad (6.9)$$

$$d_{\max \text{н/ч}} = d_{\text{ном.н/ч}} = 24,23 + 0,21 = 24,440\text{мм},$$

Номинальний і максимальний припуски на напівчистове точіння визначають по формулам:

$$2z_{\text{ном.н/ч}} = 2z_{\min \text{н/ч}} + \delta_{\text{чорн}}, \quad (6.10)$$

$$2z_{\text{ном.н/ч}} = 0,526 + 0,52 = 1,046\text{ мм},$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		27

$$2z_{max\ H/\text{ч}} = 2z_{ном.\ H/\text{ч}} + \delta_{H/\text{ч}}, \quad (6.11)$$

$$2z_{max\ H/\text{ч}} = 1,046 + 0,21 = 1,256 \text{ мм},$$

Розміри поверхні після чорнового точіння визначається за формулами:

$$d_{min\ \text{чор}} = d_{max\ H/\text{ч}} + 2z_{min\ H/\text{ч}}, \quad (6.12)$$

$$d_{min\ \text{чор}} = 24,44 + 0,526 = 24,966 \text{ мм},$$

$$d_{max\ \text{чор}} = d_{ном.\ \text{чор}} = d_{min\ \text{чор}} + \delta_{\text{чор}}, \quad (6.13)$$

$$d_{max\ \text{чор}} = d_{ном.\ \text{чор}} = 24,966 + 0,52 = 25,486 \text{ мм},$$

Номінальний і максимальний припуски на чорнове точіння визначають по формулам:

$$2z_{ном.\ \text{чор}} = 2z_{min\ \text{чор}} + ei_{\text{заг}}, \quad (6.14)$$

$$2z_{ном.\ \text{чор}} = 2,193 + 0,4 = 2,593 \text{ мм},$$

$$2z_{max\ \text{чор}} = 2z_{min\ \text{чор}} + \delta_{\text{чор}} + es_{\text{заг}}, \quad (6.15)$$

$$2z_{max\ \text{чор}} = 2,193 + 0,52 + 0,8 = 3,513 \text{ мм},$$

Розміри заготовки визначаються за формулами:

$$d_{min\ \text{заг}} = d_{max\ \text{чор}} + 2z_{min\ \text{чор}}, \quad (6.16)$$

$$d_{min\ \text{заг}} = 25,486 + 2,193 = 27,679 \text{ мм},$$

Приймаю мінімальний діаметр заготовки 27,6 мм.

$$d_{ном.\ \text{заг}} = d_{min\ \text{заг}} + ei_{\text{заг}}, \quad (6.17)$$

$$d_{ном.\ \text{заг}} = 27,6 + 0,4 = 28,000 \text{ мм},$$

$$d_{max\ \text{заг}} = d_{ном.\ \text{заг}} + es_{\text{заг}}, \quad (6.18)$$

$$d_{max\ \text{заг}} = 28 + 0,8 = 28,800 \text{ мм},$$

Розраховані значення номінальних та максимальних припусків і проміжних розмірів занесені в таблицю 1.10

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
						28
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 6.1 – Вихідні та розрахункові дані на заданий розмір

Технологічні операції(переходи)	Елементи прпуску, мкм				Розрахунок припусків, мкм			Розрахунок розмірів, мм		
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\Sigma_{y(i)}$	$2z_{min}$	$2z_{ном}$	$2z_{max}$	$d_{min}$	$d_{ном}$	$d_{max}$
Заготівельна	160	200	725	-	-	-	-	27,600	28,000	28,800
Чорнова	80	50	45	130	2193	2593	351 3	24,966	25,486	25,486
Напівчистова	50	30	35	125	526	1046	125 6	24,230	24,440	24,440
Чистова	-	-	-	-	230	440	473	23,967	24,000	24,000

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

### Розробка маршрутного технологічного процесу

На даному етапі існує безліч різноманітних технологічних способів; які забезпечують однакові вимоги до оброблюваних поверхонь деталей, але суттєво відрізняються за собівартістю й реалізацією, тому раціональні в різних типах виробництва. Виходячи із цього, ту саму поверхню можна, обробити різними способами, які становлять різні маршрути обробки даної поверхні. Виходячи з того, що дипломний проект орієнтований на обробку деталей в умовах серійного виробництва, необхідно використовувати принцип диференціацій операцій, де операції чорнової, чистової і оздоблювальної обробки розділяються й виконуються на різному устаткуванні відповідної точності. Крім цього, механічна обробка може багаторазово перериватися операціями термообробки та контролю. Тому, спочатку проектування за допомогою довідкової літератури [3; 11;12/ необхідно визначити послідовність методів обробки кожної поверхні, необхідних для досягнення заданих розмірів, точностних і фізико-механічних параметрів поверхонь. В даному пункті порівнюють базовий та пропонувані технологічні процеси, які відображені в таблиці 1.11.



Таблиця 6.2 – Порівняння базового і пропонованого технологічних процесів

Базовий технологічний процес			Пропонований технологічний процес		
№ Операції	Назва операції	Обладнання	№ Операції	Назва операції	Обладнання
005	Заготівельна	16K20	005	Заготівельна	2Г942
010	Термічна		010	Контролююча	
015	Токарно-гвинторізна		015	ОТК	
020	Токарна з ЧПК		020	Термічна	
025	Контролююча ОТК		025	Контролююча	
030	Маркируюча		030	ОТК	
				Маркируюча Фрезерно-центруюча	
035	Вертикально-фрезерна	6P13	035	Контролююча	Bernardo «Master 380» Bernardo «Master 380»
040	Контролююча ОТК	3M150 5K881	040	ОТК	
045	Термічна		045	Токарно-гвинторізна	
050	Контролююча ОТК		050	Токарно-гвинторізна	
055	Кругошліфувальна		055	Контролююча	
060	Черв'ячно-шліфувальна		060	ОТК	
065	Контролююча ОТК		065	Токарна з ЧПК	
070	Маркируюча		070	Токарна з ЧПК	
				Контролююча	
				ОТК	
				Фрезерна з ЧПК	
			085	Контролююча	3M150
			090	ОТК	5K881
			095	Термічна	
			100	Контролююча	
				ОТК	
				Кругошліфувальна	
				а	
				Контролююча	
				ОТК	
				Черв'ячно-шліфувальна	
				Слюсарна	

Продовження таблиці 6.2

Базовий технологічний процес			Пропонований технологічний процес		
№ Операції	Назва операції	Обладнання	№ Операції	Назва операції	Обладнання
			105	Контролююча	
			110	ОТК	
			115	Маркируюча	

Запропоновані методи забезпечення технічних вимог на деталь в процесі обробки.

Точність обробки — це відповідність оброблених поверхонь вимогам креслення. Аналізуючи ці вимоги, ми можемо побачити, що обмежені вони чотирма факторами.

- дотримання розмірної точності;
- дотримання вимог шорсткості поверхні;
- дотримання допусків форми й взаємного розташування поверхонь;
- дотримання необхідної твердості поверхні.

Дотримання розмірної точності

Необхідна точність поверхонь досягається завдяки використанню достатньої кількості стадій обробки, грамотному добору устаткування, різального інструменту, надійному закріпленню деталей.

Потрібна точність оброблюваних поверхонь досягаються кількістю стадій обробки:

- поверхні  $\varnothing 12k6$  та  $\varnothing 15k6$  підлягають чорновому, напівчистовому та чистовому точінню і шліфуванню;
- поверхня  $\varnothing 24h8$  підлягає чорновому, напівчистовому та чистовому точінню;
- інші розміри обробляються за одну стадію – чорнову.

Дотримання вимог шорсткості поверхні

Шорсткість поверхонь забезпечується правильним підбором режимів різання. Найбільший вплив на шорсткість має подача. Тому обрану подачу

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		31

перевіряємо за можливістю досягнення потрібної шорсткості поверхні. Або потрібна шорсткість досягається шляхом шліфування поверхні.

- поверхня  $\varnothing 12k6$  та  $\varnothing 15k6$  має шорсткість Ra 0,8 та підлягають шліфуванню яке виконується за допомогою канавок: Г та Д;

- на інших поверхнях дотримання вимог шорсткості поверхонь забезпечується в першу чергу вибором оптимальних режимів обробок, правильному добору геометрії різального інструменту й ЗОР, жорсткості технологічної системи ВПД.

Дотримання допусків форми й взаємного розташування поверхонь

	0,021	АБ
--	-------	----

- Допуск радіального биття  $\varnothing 24h8_{(-0,033)}$  відносно баз А  $12k6_{(+0,012/+0,001)}$ , Б  $(15k6_{(+0,012/+0,001)})$  становить 0,021 мм

	T 0,06	А
	0,015	

- Допуск симетричності бокових поверхонь паза 5N9 відносно бази А  $(12k6_{(+0,012/+0,001)})$  становить T0,06 мм

- Допуск паралельності бокових поверхонь паза 5N9

Данні допуски жорсткі досягаються за рахунок постійності баз, що в свою чергу досягається за рахунок центрування заготовки. І під час зміни операції на токарну чи шліфувальну за рахунок центрів постійність баз забезпечується центрами як на радіальному биттю до  $\varnothing 24h8$  відносно баз А  $(12k6_{(+0,012/+0,001)})$ , Б  $(15k6_{(+0,012/+0,001)})$  де допуск становить 0,021 мм., так і на пазу забезпечується допуск симетричності бокових поверхонь паза 5N9 відносно бази А  $(12k6_{(+0,012/+0,001)})$  де допуск становить T0,06мм., і допуск паралельності паралельних поверхонь паза 5N9 відносно бази А  $(12k6_{(+0,012/+0,001)})$  де допуск становить 0,015мм.

Дотримання необхідної твердості поверхні

Оскільки додаткових вимог конструктором не вказано то твердість деталі буде такою самою як і у заготовки після закалки  $940^{\circ}\text{C}$ , вода чи масло. Відпуск  $640^{\circ}\text{C}$ , вода чи масло. Але є в технічних вимогах написані вимоги на твердість витків черв'яка (азортувати  $h \geq 0,3\text{мм}$ ,  $HV \geq 700$ ). Ця твердість досягається за

					ТМ 18510228-00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		32

допомогою термічної обробки, яка використовуються після нарізання витків черв'яка.

**Аналіз заводського технологічного процесу та пропонувані нововведення по обладнанню, технологічному оснащенню та базуванню**

В даному пункті курсового проекту, аналізується базовий (заводський) технологічний процес та вносяться до нього корективи – нововведення по обладнанню, технологічного оснащення та базування.

**005 Заготівельна**

В умовах одиничного типу виробництва заготовка – поковка кована на молотах. В зв'язку с тим, що змінений тип виробництва на середньосерійний з'явилася необхідність змінити спосіб отримання заготовки. Обґрунтування вибору способу отримання заготовки см. п.4.

**010 Термічна**

Ціль термічної обробки поковки являється усунення дефектів, утворених при нагріві та обробці тиском, покращення оброблюваності точінням.

**015 Токарно-гвинторізна**

На даній операції за два установи здійснюється чорнова обробка деталі:

Деталь базується та закріплюється в трьохкулачковому самоцентруючому патроні Ø200 ГОСТ 2675-80\* та підпирається центром. В цілому деталь позбавлена п'яти ступені свободи. Мають місце дві технологічні бази установча та подвійна опорна.

Обладнання:

Токарно-гвинторізний станок мод. 16К20.

Ріжучий інструмент:

Різець 2141-0057 Т5К10 18883-73\*.

Пропонувані нововведення в зв'язку з збільшенням програми випуску деталі, дана операція розбивається на дві: токарно-гвинторізна операція, обробка на яких

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
						33
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		

буде відбуватися за один установ. Також в пропонованому технологічному процесі деталі буде базуватися в центрах.

#### 020 Токарна з ЧПК

На даній операції за один установ здійснюється чистова обробка деталі:

Деталь базується та закріплюється в трьохкулачковому самоцентруючому патроні Ø200 ГОСТ 2675-80\* та підпирається центром. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Має місце дві технологічні бази установча та подвійна опорна.

#### Обладнання:

Токарно-гвинторізний станок мод. 16К20Т1.

#### Ріжучий інструмент:

Різець PCLNR2516 M12 T15K6

Різець PCLNR2516 M12 T15K6

Різець спеціальний

#### 025 Контролююча ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри, отримані на попередніх операціях технологічного процесу.

#### Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Мікрометр МК-100-1 ГОСТ 6507-78\*

Кутомір з насосом ГОСТ 5378-83\*

#### 030 Маркируюча

На даній операції на розміточній плиті, розмічається шпонковий паз  $b=5N9$  мм.

#### Допоміжний інструмент:

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		34

Лінійка L150 ГОСТ 427-75\*

Чертилка дротова L160 СТП 3300-2013-78\*

#### 035 Вертикально-фрезерна

На даній операції фрезерується шпонковий паз  $b=5N9$  мм.

Деталь базується та закріплюється в спеціальному пристрої. В цілому деталь позбавляється п'яти ступенів волі. Має місце дві технологічні бази: подвійна опорна та опорна.

Обладнання:

Вертикально-фрезерний станок мод. 6P13.

Ріжучий інструмент:

Свердло 2317-0007 P6M5 ГОСТ 14952-75\*

Фреза 2234-0353 P6M5 ГОСТ 9140-78\*

Допоміжний інструмент:

Патрон 4-1-B12 ГОСТ 15935-88\*

Патрон 5-1-B12 ГОСТ 15935-88\*

#### 040 Контролююча ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри шпонкового пазу.

Вимірювальний інструмент:

Призма 8314-0068-5 ГОСТ 24113-80\*

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

#### 045 Термічна

На даній операції здійснюється термообробка витків черв'яка.

Обладнання:

Піч ТП-61.

Допоміжний інструмент:

Кліщі ГОСТ 11384-75\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		35

#### 050 Контролююча ОТК

На даній операції Контролюється твердість витків черв'яка.

Вимірювальний інструмент:

Мікроскоп МПБ-2 ТУ 3-3-824-78.

Твердомір ТП-808.

#### 055 Круглошліфувальна

На даній операції шліфуються поверхні  $\varnothing 12k6$  та  $\varnothing 15k6$ .

Деталь базується та закріплюється в трьохкулачковому самоцентруючому патроні  $\varnothing 200$  ГОСТ 2675-80\* та підпирається центром. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Має місце дві технологічні бази установча та подвійна опорна.

Обладнання:

Кругошліфувальний станок мод 3М150.

Ріжучий інструмент:

Круг ПП  $40 \times 8 \times 10$  33А50ПСМ16-7К8А 35м/с ГОСТ 2424-83\*

Допоміжний інструмент:

Оправка  $10 \times 10$  ГОСТ 2270-78\*

#### 060 Черв'ячно-шліфувальна

На даній операції здійснюється шліфування витків черв'яка.

Деталь базується та закріплюється в спеціальному пристосуванні. В цілому деталь залишена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази подвійна направляюча та опорна.

Обладнання:

Черв'ячно-шліфувальний станок мод. 5К881

Ріжучий інструмент:

Круг ЗП  $63 \times 10 \times 3$  24А25НМ16 К8 30 м/с ГОСТ 2424-83\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		36

### 065 Контролююча ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри черв'яка.

Вимірювальний інструмент:

Прилад для комплексного контролю черв'яків БВ-5080 ГОСТ 17336-80\*

Скоба 8113-0104 к6 ГОСТ 18362-73\*

Скоба 8113-0107 к6 ГОСТ 18362-73\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93\*

### 070 Маркуюча

Маркувати ударним способом СумДУ МФК.ТМБ.КП.01.01.ДЧ Сталь  
38Х2МЮА

Допоміжний інструмент:

Комплект букв російського алфавіту СТП 3300-2045-85\*

Комплект цифр арабських СТП 3300-2047-81\*

Молоток ГОСТ 2310-77\*

### **Короткий опис пропонованого технологічного процесу по операціям**

В поданому пункті описується пропонований технологічний процес 6.2, з урахуванням нових пропозицій.

### 005 Заготівельна

Спосіб отримання заготовки – штамповка на горизонтально-кувальній машині (ГКМ). ГКМ являють собою горизонтальні кривошипні жарошамповочні преси зусиллями 6,3...125МН.

### 010 Контролююча ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри заготовки.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		37



### 015 Термічна

Види та режими термічної обробки залежать від її призначення, хімічного складу, матеріалу поковки, термомеханічного режиму штамповки, від габаритів та товщини оброблюваної поковки. Для даної операції поковка рекомендується вид термічної обробки – загартовування 920°C, охолодження в маслі, відпуск 640 °C, охолодження в воді.

Обладнання:

Піч газова ТП-61.

Допоміжний інструмент:

Кліщі ГОСТ 17498-72\*

### 020 Контролююча ОТК

На даній операції контролюється структура и твердість заготовки.

Вимірювальний інструмент:

Мікроскоп МПБ-2. ТУ 3-3-824-78.

Твердомір ТП-808.

### 025 Маркуюча

В зв'язку з тим, що заготовки прибувають на обробку не відразу, а знаходяться 2...3 дні на складі, то необхідно заготовки маркувати. Маркування відбувається крейдою СумДУ МФКО ДП 01.01 ДЧ Сталь 38Х2МЮА

### 030 Фрезерно-центруюча

На даній операції оброблюється поверхні, що показані на рисунку 1.3

Деталь базується та закріплюється в двох призмах, на діаметрах Ø18 та Ø19.

Для запобігання повороту заготовки навколо центральної осі (вісь Х) скористаємося упором у вигляді затискача одиничного. В цілому деталь залишена 5-ти ступенів волі, має місце дві технологічні бази:

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		38

- подвійна направляюча – циліндричні поверхні  $\varnothing 18$  та  $\varnothing 19$ , залишає деталь 4-х ступенів свободи: переміщення по осі Z та Y, та обертання навколо осі Z та Y;

- опорна, торець уступу, залишає деталь одного ступеню свободи, переміщення вздовж осі X;

Обладнання:

Фрезерно-центрувальний станок моделі 2Г942

Ріжучий інструмент:

Фреза 2214-0331 Р6М5 ГОСТ 1092-80\*(2 штуки)

Свердло 2317-0104 Р6М5 ГОСТ 14952-75\*(2 штуки)

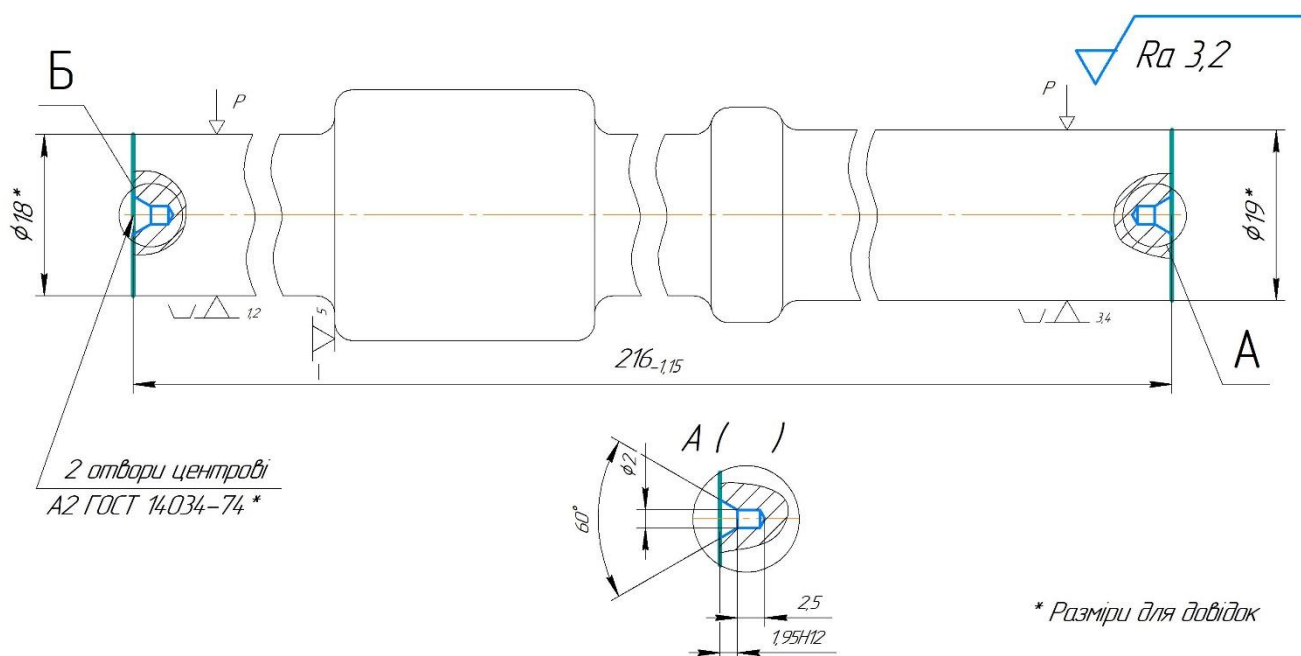


Рисунок 6.1 – Операційний ескіз (операція 030)

Допоміжний інструмент:

Оправка 6222-0102 ГОСТ 26541-77\*(2 штуки)

Патрон 5-1-В12 ГОСТ 15935-88\* (2 штуки)

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата	

ТМ 18510228-00 ПЗ

Лист

39

Кутомір з насосом ГОСТ 5378-83\*

Таблиця 6.3 – Глибина різання для операції 030

Оброблювані поверхні	Глибина різання t, мм	Число проходів i
Торець l216	2,0	1
Центрові отвори A2	1,0	-

035 Контрольна ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри, отримані на операції 030.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Кутомір з насосом ГОСТ 5378-83\*

040 Токарно-гвинторізна

На даній чорновій стадії оброблюються поверхні показані на рисунку 1.4

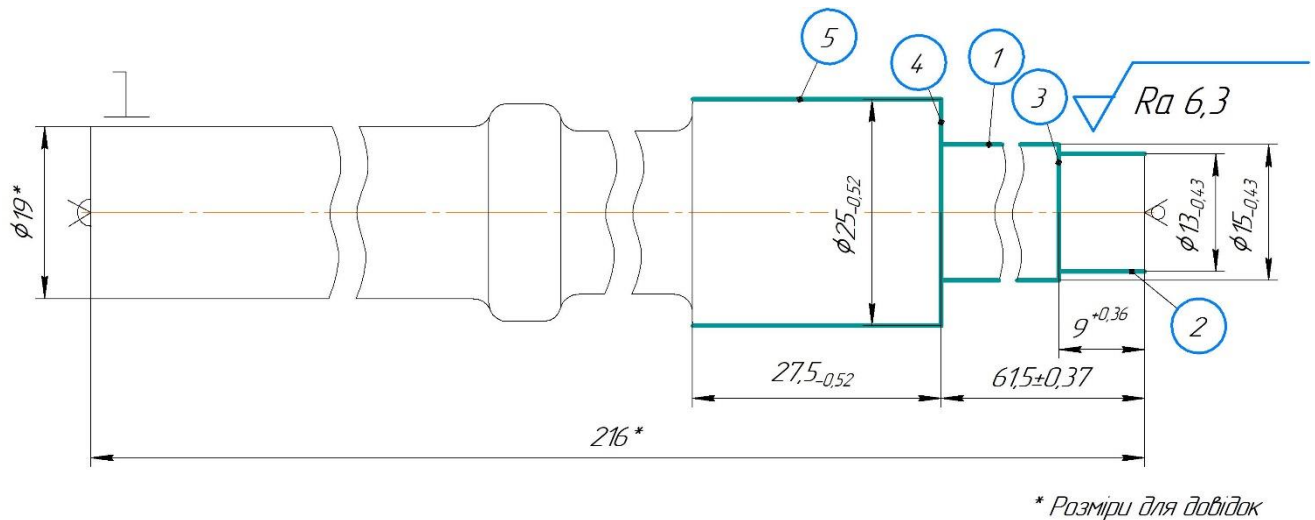


Рисунок 6.2 – Операційний ескіз (операція 040)

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю  $\varnothing 19$ , встановлюється повідковий патрон . В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;

- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.

Обладнання:

Токарно-гвинторізний станок моделі Bernardo «Master 380»

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Таблиця 6.4 – Глибина різання для операції 040

Оброблювані поверхні	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$
Поверхня $\varnothing 15$	1,5	1
Поверхня $\varnothing 13$	1,0	1
Торець $\varnothing 13/\varnothing 15$	1,0	1
Торець $\varnothing 15/\varnothing 25$	1,5	1
Поверхня $\varnothing 25$	1,5	1

#### 045 Токарно-гвинторізна

На даній чорновій стадії оброблюються поверхні показані на рисунку 1.5

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю  $\varnothing 13$ , встановлюється повідковий патрон . В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;
- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.

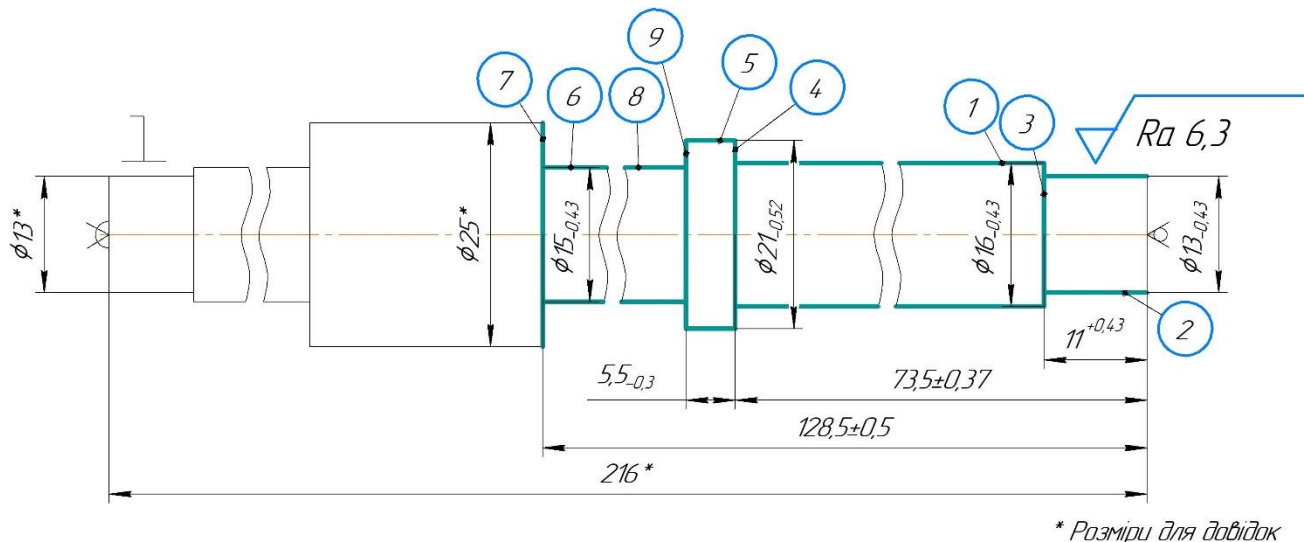


Рисунок 6.3 – Операційний ескіз (операція 045)

Обладнання:

Токарно-гвинторізний станок моделі Bernardo «Master 380»

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблиця 6.5 – Глибина різання для операції 045

Оброблювані поверхні	Глибина різання t, мм	Число проходів i
Поверхня Ø15	1,5	1
Торець Ø21/Ø15	1,0	1
Поверхня Ø16	1,5	1
Поверхня Ø13	1,0	1
Торець Ø16/Ø13	1,0	1
Торець Ø24/Ø16	1,5	1
Поверхня Ø21	1,5	1
Поверхня Ø15	1,5	1
Торець Ø25/Ø15	1,5	1

#### 050 Контрольна ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюється розміри, отримані на операції 040 та 045.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

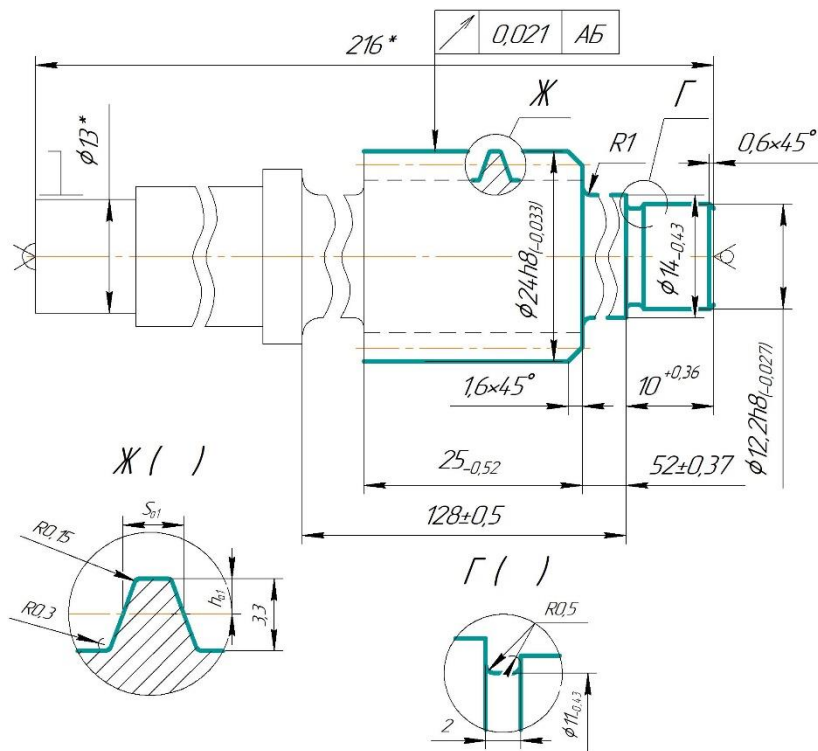
#### 055 Токарна з ЧПК

На даній чистовій стадії оброблюються поверхні показані на рисунку 1.6

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю Ø13, встановлюється повідковий патрон . В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;

- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.



Модуль	$m$	15
Число витків	$z_1$	1
Дільний кут підйому	$\gamma$	$4^{\circ}5'10''$
Напрямок витка	-	праве
Вид черв'яка	-	ЗА
Ступінь точності по ГОСТ 3675-81*	-	8В
Вихідний черв'як	-	ГОСТ 19036-81*
Дільний діаметр черв'яка	$d_f$	21
Кут профілю	$\alpha$	$20^{\circ}$
Висота витка черв'яка	$h_{ef}$	15
Дільна товщина по хорді витка	$S_{s1}$	$2,13_{-0,055}$
Хід витка	$P_{s1}$	4,71
Міжосьова відстань	$aw$	33
Коефіцієнт діаметру черв'яка	$q$	14
Число зубів сполученого черв'ячного колеса	$Z_2$	30
Позначення креслення сполученого колеса	-	Сум'У МКО КТ 00.00 ДК

\* Розміри для довідок

Рисунок 6.4 – Операційний ескіз (операція 055)

Обладнання:

Токарний станок HAAS TL1

Система ЧПК HAAS

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Різець CFIR2525M02

Різець спеціальний різьбовий

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

Изм.	№ докум.	Подпись	Дата
------	----------	---------	------

ТМ 18510228-00 ПЗ

Лист

44

Скоба спеціальна Ø12,2h8.

Шаблон спеціальний фасочний

Шаблон спеціальний канавочний

Шаблон спеціальний радіусний

Прилад для комплексного контролю черв'яків БВ-5080 ГОСТ 17336-80\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-98\*

Таблиця 6.6 – Глибина різання для операції 055

Оброблювані поверхні	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$
Точити фаску $0,6 \times 45^\circ$	0,6	1
Точити поверхню Ø12,2	0,4	1
Точити торець Ø12,2/Ø14	1,0	1
Точити поверхню Ø14	0,5	1
Точити галтель R1	0,5	1
Точити торець Ø14/Ø24	0,5	1
Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$	1,6	1
Точити поверхню Ø24	0,5	1
Точити канавку Г	2,0	1
Нарізати витки черв'яка	0,5	7

060 Токарна з ЧПК

На даній чистовій стадії оброблюються поверхні, показані на рисунку 1.7

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю Ø12,2 встановлюється повідковий патрон. В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;

- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.

Обладнання:

Токарний станок HAAS TL1

Система ЧПК HAAS

					ТМ 18510228-00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		45



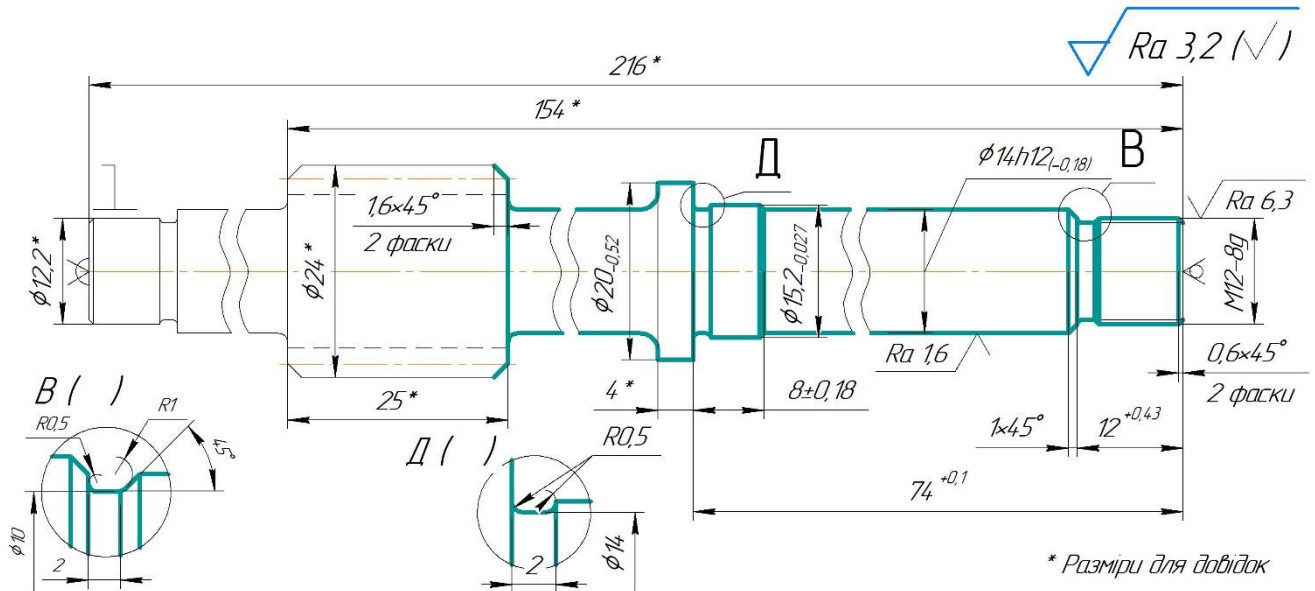


Рисунок 6.5 – Операційний ескіз (операція 060)

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Різець PCLNR 2020 M06 T15K6

Різець CFIR2525M02

Різець RF166.4FG-2525-22 T15K6

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Скоба спеціальна  $\varnothing 15,2h8$ .

Шаблон спеціальний фасочний

Шаблон спеціальний канавочний

Шаблон спеціальний радіусний

Кільце 8211-0053 8g ГОСТ 17763-72\*

Кільце 8211-1053 8g ГОСТ 17763-72\*

Изм.		№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 18510228-00 ПЗ

Лист

46

Скоба 8113-0106 h12 ГОСТ 18362-73\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-98\*

Таблиця 6.7 – Глибина різання для операції 060

Оброблювані поверхні	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$
Точити фаску $0,6 \times 45^\circ$	0,6	1
Точити поверхню $\varnothing 12$	0,4	1
Точити фаску $1 \times 45^\circ$	1,0	1
Точити поверхню $\varnothing 14$	1,0	1
Точити фаску $0,5 \times 45^\circ$	0,5	1
Точити торець $\varnothing 15,2$	0,4	1
Точити торець $\varnothing 15,2/\varnothing 20$	0,5	1
Точити поверхню $\varnothing 20$	0,5	1
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 24$	0,5	1
Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$	1,6	1
Точити поверхню $\varnothing 14$	2,0	1
Точити галтель R1	0,5	1
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 24$	0,5	1
Точити поверхню $\varnothing 14$	0,5	1
Точити галтель R2	1,0	1
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 20$	1,0	1
Точити канавку В	2,0	1
Точити канавку Д	2,0	1
Нарізати різьбу M12-8g	1,75	1

#### 065 Контрольна ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюється розміри, отримані на операціях 055 та 060.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ГОСТ 166-89\*

Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Скоба спеціальна  $\varnothing 15,2h8$ .

Шаблон спеціальний фасочний

Шаблон спеціальний канавочний

Шаблон спеціальний радіусний

					ТМ 18510228-00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		47

Кільце 8211-0053 8g ГОСТ 17763-72\*

Кільце 8211-1053 8g ГОСТ 17763-72\*

Скоба 8113-0106 h12 ГОСТ 18362-73\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-98\*

Скоба спеціальна  $\varnothing 12,2h8$ .

Прилад для комплексного контролю черв'яків БВ-5080 ГОСТ 17336-80\*

070 Фрезерна з ЧПК

На даній операції фрезерується шпоночний паз (рис. 1.8).

Деталь базується та закріплюється в двох призмах. В цілому деталь залишається 5-ти ступенів свободи, має місце дві технологічні бази:

- подвійна направляюча – циліндричні поверхні  $\varnothing 14^*$  та  $\varnothing 14h12$ , залишає деталь 4-х ступенів волі: переміщення вздовж осей Z та Y та обертання навколо осей Z та Y.

- опорна база, крайній правий торець на розмірі  $12^*$ , залишає деталь одного ступню свободи: переміщення вздовж осі X

-для запобігання повороту заготовки навколо центральної осі (вісь X) скористаємося упором у вигляді затискача одиничного.

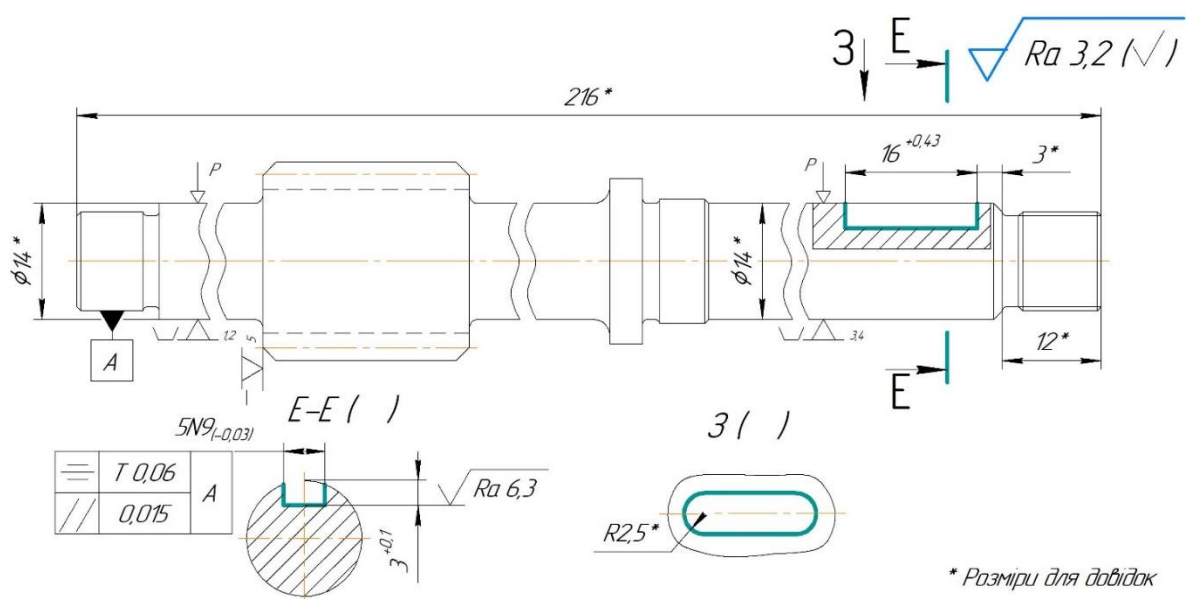


Рисунок 6.6 – Операційний ескіз (операція 070)

Обладнання:

Вертикально-фрезерний станок HAAS Mini Mill

Система ЧПК HAAS

Ріжучий інструмент:

Фреза 2234-0353 P6M5 ГОСТ 9140-78\*

Допоміжний інструмент:

Патрон 4-1-B12 ГОСТ15935-88\*

Патрон 5-1-B12 ГОСТ15935-88\*

Вимірювальний інструмент:

Призма 8314-0068-5 ГОСТ 24113-80\*

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

Таблиця 6.8 – Глибина різання для операції 070

Оброблювані поверхні	Глибина різання t, мм	Число проходів i
Фрезерування паза	5,0	1

075 Контрольна ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри шпонкового пазу

Вимірювальний інструмент:

Призма 8314-0068-5 ГОСТ 24113-80\*

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89\*

080 Термічна

На даній операції здійснюється термообробка витків черв'яка.

Обладнання:

Піч ТП-61.

Допоміжний інструмент:

Кліщі ГОСТ 11384-75\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		49

## 085 Контрольна ОТК

На даній операції Контролюється твердість витків черв'яка.

Вимірювальний інструмент:

Мікроскоп МПБ-2 ТУ 3-3-824-78.

Твердомір ТП-808.

## 090 Круглошліфувальна

На даній операції шліфуються поверхні  $\varnothing 12k6$  та  $\varnothing 15k6$  (рис. 1.9).

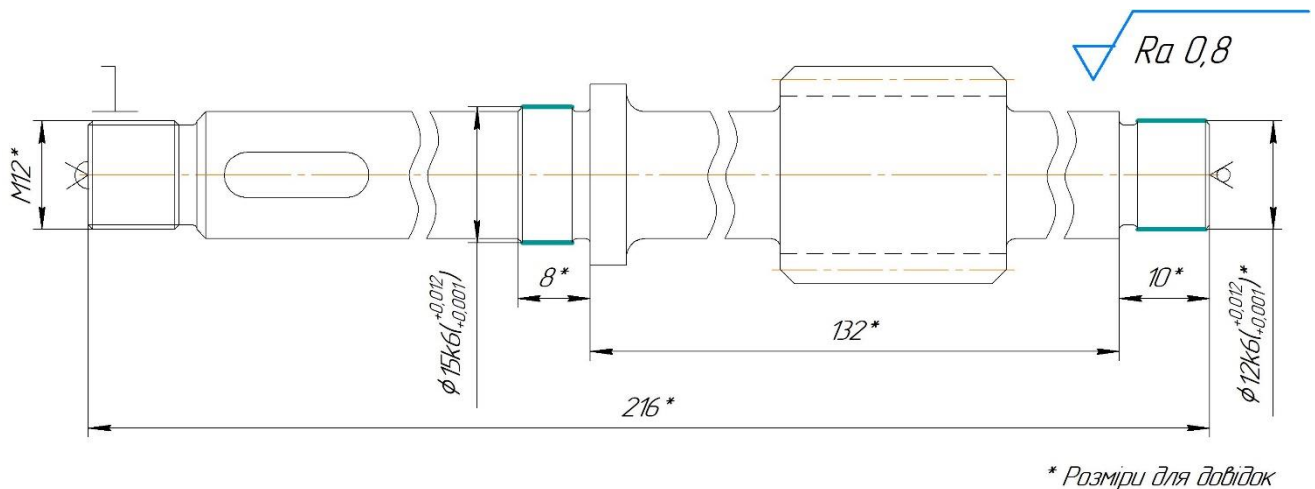


Рисунок 6.7 – Операційний ескіз (операція 090)

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю M12 встановлюється повідковий патрон. В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;
- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.

Обладнання:

Круглошліфувальний станок моделі 3М150

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

					ТМ 18510228-00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		50

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Круг ПП 200×16×32 33А50ПСМ16-7К8А 35м/с ГОСТ 2424-83\*

Допоміжний інструмент:

Оправка 10×10 ГОСТ 2270-78\*

Вимірювальний інструмент:

Скоба 8113-0104 к6 ГОСТ 18362-73\*

Скоба 8113-0107 к6 ГОСТ 18362-73\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-98\*

Таблиця 6.9 – Глибина різання для операції 090

Оброблювані поверхні	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$
Шліфувати поверхню $\varnothing 12k6$	0,2	-
Шліфувати поверхню $\varnothing 15k6$	0,2	-

095 Контрольна ОТК

На даній операції контролюються поверхні  $\varnothing 12k6$  та  $\varnothing 15k6$ .

Вимірювальний інструмент:

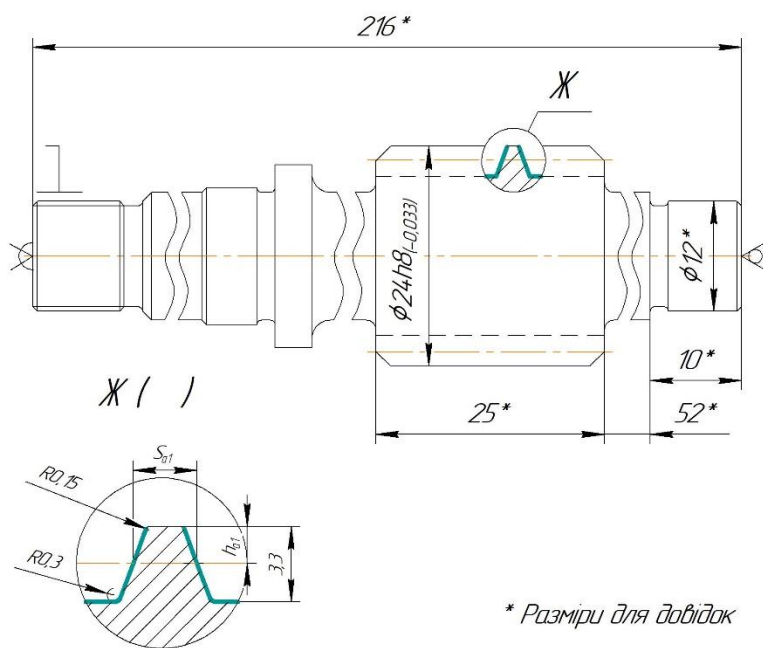
Скоба 8113-0104 к6 ГОСТ 18362-73\*

Скоба 8113-0107 к6 ГОСТ 18362-73\*

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-98\*

100 Черв'ячно-шліфувальна

На даній операції шліфуються витки черв'яка (рис. 1.10).



Модуль	$m$	15
Число витків	$z_1$	1
Дільний кут підйому	$\gamma$	$4^{\circ}5'10''$
Напрямок витка	-	праве
Вид черв'яка	-	ZA
Степень точності по ГОСТ 3675-81*	-	8B
Вихідний черв'як	-	ГОСТ 19036-81*
Дільний діаметр черв'яка	$d_f$	21
Кут профілю	$\alpha$	$20^{\circ}$
Висота витка черв'яка	$h_{f1}$	15
Дільна товщина по хорі витка	$S_{d1}$	$2,13_{-0,065}$
Хід витка	$p_{z1}$	4,71
Міжосьова відстань	$a_w$	33
Коефіцієнт діаметру черв'яка	$q$	14
Число зубів сполученого черв'ячного колеса	$Z_2$	30
Позначення креслення сполученого колеса	-	Сум'з МК0 00.00 ДК

\* Розміри для довідок

Рисунок 6.8 – Операційний ескіз (операція 100)

Деталь базується та закріплюється в центрах, та по лівому торцю М12 встановлюється повідковий патрон. В цілому деталь залишена 5-ти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази.

- короткий конус – лівий центровий отвір, залишає деталь 3-х ступенів свободи: переміщення вздовж осі X та обертання навколо осей Z та Y;

- подвійна опорна – правий центровий отвір, залишає деталь 2-х ступенів свободи, переміщення вздовж осей Z та Y.

Обладнання:

Черв'ячно-шліфувальний станок моделі 5К881

Оснащення:

Патрон 7108-0052 ГОСТ 2572-72\*

Хомут 7107-0036 ГОСТ 2578-70\*

Центр 7032-0018 ГОСТ 13214-85\*

Центр А-1-2-НП ГОСТ 8742-75\*

Ріжучий інструмент:

Круг ЗП 200×16×32 24A25NM16 К8 30 м/с ГОСТ 2424-83\*

Допоміжний інструмент:

Оправка 10×10 ГОСТ 2270-78\*

Вимірювальний прилад:

Прилад для комплексного контролю черв'яків Б8-5080 ГОСТ 17336-80\*

Таблиця 6.11 – Глибина різання для операції 100

Оброблювані поверхні	Глибина різання t, мм	Число проходів і
Шліфування витків черв'яка	0,001	-

105 Слюсарна

Зачистити поверхні деталі від задирок, які з'явилися після механічної операції.

Допоміжний інструмент:

Наждачка ГОСТ 5009-82\*

Напилек ГОСТ1465-80\*

110 Контрольна ОТК

На даній операції на столі ОТК контролюються розміри черв'яка.

Вимірювальний прилад:

Прилад для комплексного контролю черв'яків Б8-5080 ГОСТ 17336-80\*

115 Маркируюча

Маркувати ударним способом СумДУ МФК.ТМБ.КП.01.01.ДЧ Сталь 38Х2МЮА

Допоміжний інструмент:

Комплект букв російського алфавіту СТП 3300-2045-85\*

Комплект цифр арабських СТП 3300-2047-81\*

Молоток ГОСТ 2310-77\*

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		53



### 6.3 Характеристика верстатного пристрою

Верстат 2Г942 – фрезерно-центруючий-обточний верстат. Використовую в операції 030 Фрезерно-центруюча.

Основні операції, що виконуються на напівавтоматі 2Г942:

- фрезерування торців і свердління центрових отворів з двох сторін
- обточування шийок на кінцях валів
- може проводитися також суцільна цеківка до діаметра 40 мм
- кільцева підрізування
- розточування

Основні параметри верстата:

- Межі довжини оброблюваних деталей, мм: 100..1000
- Межі діаметрів встановлюваних в лещатах деталей, мм: 20..160
- Найбільше зусилля затиску деталі, Н 25500

Діаметри застосовуваних центровочних свердел, мм:

- Стандартні центрувальні свердла типу А і R, мм 3,15..10,12
- Стандартні центрувальні свердла типу В, мм 2..8
- Спеціальні центрувальні свердла, мм до 12
- Найбільший діаметр свердління, мм 16
- Найбільший діаметр фрезерування, мм 150
- Найбільший діаметр встановлюваної фрези, мм 160
- Найбільший діаметр підрізати торці (по сталі 45, НВ 207), мм 50
- Найбільший діаметр підрізав кільцевої поверхні (по сталі 45, НВ 207), мм

100/80

- Найбільший діаметр обточування шийок, мм 100
- Найбільший діаметр розточувального отвору, мм 100
- Довжина обточек шийок, мм 40

Габарити і маса верстата:

- Габарити верстата (довжина ширина висота), мм 3970 ... 5470 x 1750 x 2000
- Маса верстата, кг 6500

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		54

Верстат Bernardo «Master 380» - Токарно-гвинторізний верстат.  
Використовую в Токарно гвинторізних операціях 040 та 045.

Тип системи ЧПУ верстата універсальна

Загальні характеристики

- Конус шпинделя DIN 55029, D1-5
- Висота над рівнем моря 190 мм
- Конус пінолі МК 4
- Діаметр пінолі 42 мм
- Хід пінолі 120 мм
- Ширина станини 185 мм
- Міжцентрову відстань 1000 мм
- Прохід шпинделя 51 мм
- Габарити верстата (Ш x Д x В) 1920 x 800 x 1660 мм
- Вага верстата близько 575 кг
- Довжина знімного сегмента станини 225 мм

Діаметр обточування

- над станиною 380 мм
- над супортом 220 мм
- над знімним сегментом станини 490 мм

Подачі

- Поздовжня подача (32) 0,052 - 1,392 мм / об
- Діапазон швидкостей (8) 70-2000 об / хв
- Поперечна подача (32) 0,014 - 0,380 мм / об
- Потужність двигуна
- S1 100% 1,5 кВт (400 В)
- S6 40% 2,2 кВт (400 В)

Нарізування різьблення

- Дюймова різьба (34) 4 - 56 ниток / "
- Метрична різьба (26) 0,4 - 7,0 мм

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		55

Верстат 3М150 - Напівавтомат круглошліфувальний. Використовую в операції 090 Круглошліфувальна.

Технічні характеристики:

Верстати моделі 3М150 призначені для зовнішнього та внутрішнього шліфування циліндричних, конічних і торцевих поверхонь деталей при установці їх в центрах

- Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм 100
- Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм 360
- Точність П
- Потужність 4
- Габарити 2000x1370x1520
- Маса 2600

Верстат 5К881 - Напівавтомат черв'ячно-шліфувальний. Використовую в операції 100 Черв'ячно-шліфувальна.

Технічні характеристики:

Верстати моделі 5К881 призначені для шліфування гвинтової лінії одне - і многозахідних циліндричних черв'яків будь-якого профілю. Для серійного виробництва

- Клас точності: П
- Потужність, кВт: 3
- Розміри (Д\_Ш\_В), мм: 1810\_2050\_1710
- Маса верстата з виносним обладнанням, кг: 4000

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		56

Верстат НААС TL-1  
Використовую в операціях 055 та 060  
Токарна з ЧПК.

Токарні верстати Haas Toolroom серії TL доступні, прості у використанні і пропонують контроль точності і гнучкість системи ЧПК Haas. TL-1 простий у вивченні та управлінні навіть без знання G-коду. Він ідеально підходить для тільки що утворених цехів або в якості першого кроку освоєння ЧПК обробки.



Рисунок 6.9 – Верстат НААС TL-1

Таблиця 6.12 – Технічні характеристики верстата Haas TL-1

ДІАМЕТР ЗАГОТОВКИ	МЕТРИЧНІ
Над переднім фартуком	508 мм
Над поперечним супортом	279 мм
РОБОЧА ЗОНА	
Патрон (опціонально)	203 (254) мм
Максимальний діаметр обробки (залежить від револьверної голівки або різцетримача)	406 мм
Максимальна довжина різання (залежить від кріплення)	762 мм
Між центрами	762 мм
ХОДИ	
Вісь X	203 мм
Вісь Z	762 мм
ШВИДКІСТЬ ПОДАЧІ	
Прискорене переміщення по осі X	11.4 м/хв
Прискорене переміщення по осі Z	11.4 м/ хв
ДВИГУНИ ОСІ	
Максимальне осьове зусилля по осі X	17321 Н
Максимальне осьове зусилля по осі Z	8661 Н
ШПИНДЕЛЬ	
Торець шпинделя	A2-5 (A2-6)
Максимальна потужність, що передається шпинделем	7.5 kW

Максимальна швидкість	1800 хв <sup>-1</sup>
Максимальний крутний момент	146 Нм @ 355 хв <sup>-1</sup>
Діаметр отвору шпинделя	58.0 мм
<b>ВИМОГИ ДО ПОВІТРЯ</b>	
Вбудований повітряний шланг	3/8 “
Муфта (пневматична)	3/8 “
Мінімальний тиск повітря	5.5 бар
<b>ЕЛЕКТРИЧНА СПЕЦИФІКАЦІЯ</b>	
Швидкість (частота) обертання шпинделя	до 1800 хв <sup>-1</sup>
Система приводу	Direct Speed, Belt Drive
Максимальна потужність, що передається шпинделем	7.5 kW
Напруга змінного струму на вході (однофазний)	~220 VAC
Повне навантаження, ампери (однофазний)	40 A
Напруга змінного струму на вході (трехфазна): висока	~380-440 VAC
Повне навантаження, ампери (трехфазний): максимальна	13 A

					<b>TM 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		58

#### 6.4 Розробка операційного технологічного процесу

В даному пункті розглядається короткий опис траєкторії руху ріжучого інструменту на токарній з ЧПК операції. Обробка деталі ведеться на токарному станку HAAS TL1 за системою ЧПК "HAAS".

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

- Зручна для користувача
- Розширений програмний редактор
- Безщіткові сервоприводи змінного струму
- Робоча подача до 30,5 м/хв
- Три 32-розрядних процесори
- Виконує до 1000 блоків в секунду
- Сумісність з G-кодом стандарту ISO
- Введення зміщення інструменту натисненням однієї кнопки
- 200 нульових точок інструменту
- 105 робочих координат
- Контроль навантаження на інструмент
- Контроль зносу інструменту
- Гвинтова інтерполяція
- Редагування у фоновому режимі
- Багатовіконний режим перегляду програми
- Калькулятор кутів
- Калькулятор для розрахунку дуг і дотичних
- Калькулятор швидкостей і подач
- Пуск / зупинка / затримка / продовження
- RS-232 / канал зв'язку DNC / USB / спеціальний порт Ethernet
- Перезапуск програми з будь-якого кадру
- Програмування в дюймах або в метричній системі
- Сторінка повідомлень
- Більше 20 мов
- Більше 200 визначених користувачем налаштувань

					<b>TM 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		59

- Самодіагностика
- Аварійні сигнали з повним описом
- Програмоване дзеркальне відображення
- Вдосконалене фрезерування кишень
- Свердління сітки отворів
- Пробний прогін з графічним поданням
- 5 резервних M -функцій
- Управління точністю контурної обробки
- Гравірування тексту
- Зроблено в США

Таблиця 6.14 – Технічні характеристики системи управління «НААС»

<b>Загальні</b>	
Мікропроцесор	Три високошвидкісних 32-розрядних
Швидкість виконання програми	Стандартно 1000 блоків в секунду
Управління осями (Фрезер.)	3 лінійні осі, 4-а і 5-а осі додатково
Інтерполяція (фрезер.)	G01, G02, G03, гвинтова
Управління осями (токар.)	2 лінійні осі, осі C і X, задня бабка додатково
Інтерполяція (токар.)	G01, G02, G03, гвинтова, перетворення декартових координат в полярні
Мін. вхідний приріст	- у метричній системі-0,001 мм - в дюймах-0,0001 дюйма
Мін. вихідна дискретність	0,00018 мм
<b>Функції подачі</b>	
Корекція швидкого переміщення	5%, 25%, 50%, 100%
Корекція швидкості подачі	від 0 до 999% з прирощенням 1%
Роздільна здатність маховичка	- у метричній системі – 0,001/0,01/0,1/1,0 мм на одну поділку шкали - в дюймах– 0,0001/0,001/0,01/0,1 дюйма на одну поділку шкали
Значення подачі від маховичка	- у метричній системі - 1,0/10/100/1000 мм/хв - в дюймах – 0,1/1,0/10,0/100,0 дюймів/хв
Z Повернення в нульову точку	Одна клавіша (G28)

<b>Функції шпинделя</b>	
Команда швидкості	S = від 1 до макс. швидкості обертання шпинделя
Ручна корекція	від 0 до 999% з прирощенням 1%
<b>Функції інструменту</b>	
Корекція довжини (фрезер.)	200 установок, геометрія і знос

Продовження таблиці 6.14

Корекція діаметра / радіуса (фрезер.)	200 установок, геометрія і знос
Корекція довжини (токар.)	50 установок, геометрія і знос
Корекція діаметра / радіуса (токар.)	50 установок, геометрія і знос
Вимірювання довжини	Автоматичний запис довжини
Контроль зносу	200 установок з аварійними сигналами
Вибір	Команда Txx
<b>Програмування</b>	
Сумісність	G-код стандарту ISO
Позиціонування	Абсолютне (G90), відносне (G91)
Фіксовані цикли	22 функції стандартно
Фрезерування круглої кишені	G12, G13
Свердління болтового отвору	G70, G71, G72
Вдосконалене фрезерування кишень	G150
Дюйми / метрична система	Перемикаються
Робочі координати	105 установок
Установка нульової точки деталі	Автоматичний запис

Опис траєкторії руху ріжучих інструментів на операції 055

На даній операції відбувається обробка деталі на кожному установі. Для обробки деталі на даній операції використовується три ріжучих інструменти.

Опис траєкторії руху P11 (рис. 6.11)

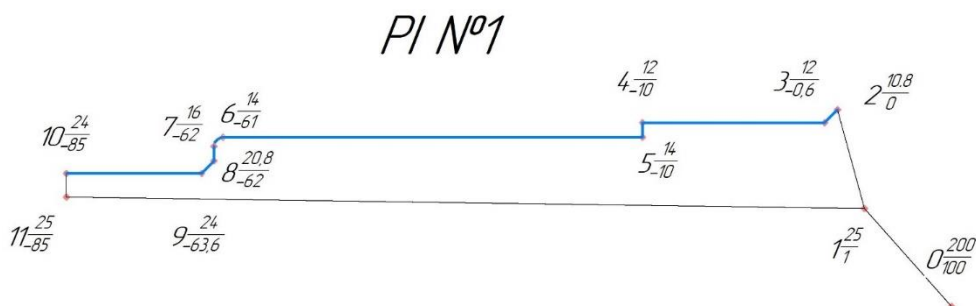


Рисунок 6.11 – Траєкторія руху P11 на операцію 055 Токарна з ЧПК

Точки 0-1: рух на прискореній подачі, P1 виходить на координату X

Точки 1-2: рух на прискореній подачі, P1 виходить на координату Z



Точки 2-3: точити фаску  $0,6 \times 45^\circ$ ;

Точки 3-4: точити поверхню  $\varnothing 12,2$ ;

Точки 4-5: точити торець  $\varnothing 12,2/\varnothing 14$ ;

Точки 5-6: точити поверхню  $\varnothing 14$ ;

Точки 6-7: точити галтель R1;

Точки 7-8: точити торець  $\varnothing 14/\varnothing 24$ ;

Точки 8-9: точити фаску  $1,6 \times 45^\circ$ ;

Точки 9-10: точити поверхню  $\varnothing 24$ ;

Точки 10-11-1-0: рух на прискореній подачі для повернення в початкову точку;

Опис траєкторії руху PI2 (креслення 6.12)

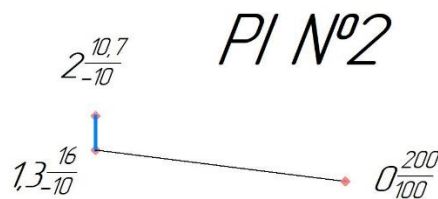


Рисунок 6.12 – Траєкторія руху PI2 на операцію 055 токарної з ЧПК

Точки 0-1: рух на прискореній подачі, PI виходить на координату X,Z;

Точка 1-2: точити канавку Г;

Точка 2-3-0: рух на прискореній подачі для повернення в початкову точку;

Опис траєкторії руху PI3 (рис. 6.13)

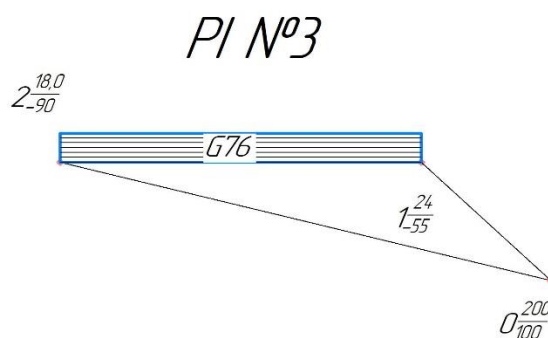


Рисунок 6.14 – Траєкторія руху PI3 на операцію 055 Токарна з ЧПК

Точки 0-1: рух на прискореній подачі, PI виходить на координату X,Z;

Точка 1-2: нарізання витків черв'яка;

Точка 2-0: рух на прискореній подачі для повернення в початкову точку;  
 6.5 Вибір режимів різання та нормування операцій технологічного процесу  
 040 Токарно-гвинторізна (рис. 1.16)

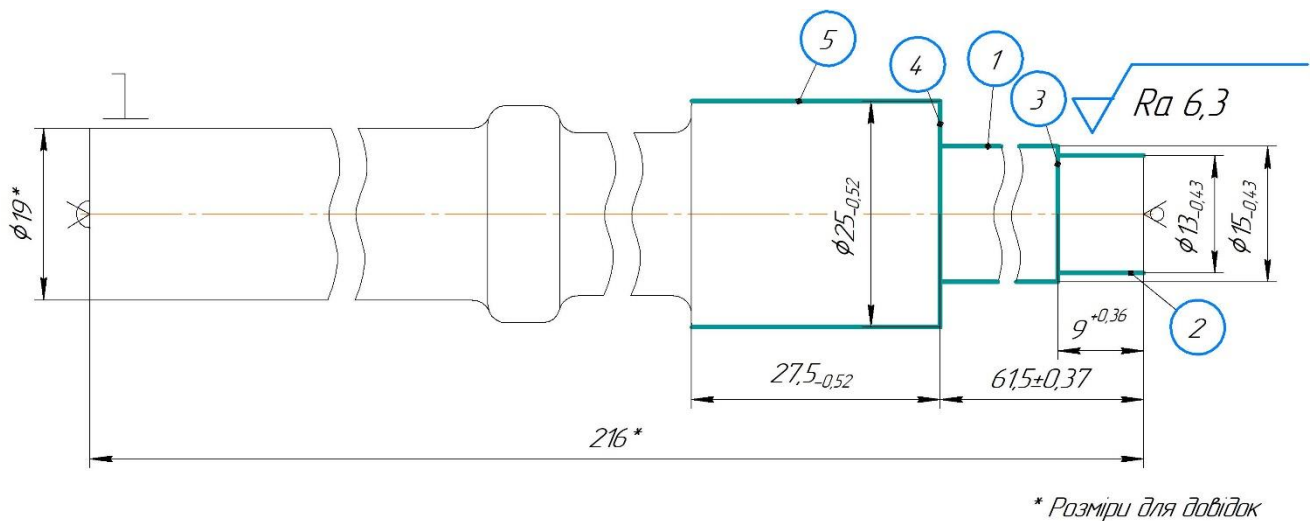


Рисунок 6.15 – Ескіз обробки на операції 040

На токарно-гвинторізному станку моделі Bernardo «Master 380», проводиться чорнове обточування поверхонь, показаних на рисунку 1.16. Параметри шорсткості на оброблюваних поверхнях  $Ra=6,3$  мкм. Припуск на сторону 1- $h=1,5$  мм, 2- $h=1$  мм, 3- $h=1$  мм, 4- $h=1,5$  мм, 5- $h=1,5$  мм.

Подача призначається за [12] с.36, карта 1. Для обробки заготовки діаметрами до 20 мм, різцем  $16 \times 25$  мм, при глибині різання до 3 мм, рекомендується подача  $S_0=0,3-0,4$  мм/об.

Знаходжу максимальну подачу, що допускається міцністю державки різця за [12] с.385, 9, для сталі  $\sigma_b=88$  кг/мм<sup>2</sup>, глибиною до 3,5 мм різцем  $16 \times 25$  мм,  $S_{0\text{доп}}=2,7$  мм/об. Приймаю, що різець закріплений в різцетримачі з нормативним вильотом  $l=1,5 \cdot H$ . В цьому випадку поправочний коефіцієнт на подачу  $K_s=1,0$  за [12] с.385, прикладна програма 9.

Знаходжу максимальну подачу, що допускається міцністю пластини з твердого сплаву по [15] с.387, прикладна програма 10.

Ця подача залежить від ряду факторів, в тому числі від товщини пластини з твердого сплаву. Для різця  $16 \times 25$  мм. приймають пластини товщиною  $s=4-5$  мм,

приймаю  $s=5$  мм. Для сталі з  $\sigma_b=88$  кг/мм<sup>2</sup>, кута  $\varphi=95^\circ$ , глибина до 4 мм, та товщиною пластини  $s=5$  мм, приймаю  $S_{0\text{доп}}=3,3$  мм/об.

Знаходжу максимальну подачу, що допускається міцністю пластини з твердого сплаву по [12] с.392, прикладна програма 12. В цій картці наведені подачі лише для колишніх 3-5-го класів точності, а IT14 відповідає колишньому 6-ому класу точності. За нормативними даними, для отримання даної точності при обробці легованої сталі з  $\sigma_b=88$  кг/мм<sup>2</sup>, глибині до 1,5 мм, та діаметром заготовки 20 мм, рекомендується  $S_{0\text{доп}}=0,87$  мм/об.

Отриману подачу перевіряємо осьовою складовою сили різання, допустимою точністю механізму подачі, станка  $P_{X\text{доп}}$ . Станок моделі Bernardo «Master 380», становить  $P_{X\text{доп}}=600$  кгс. При заданих умовах роботи подачі  $S_0=0,3-0,4$  мм/об за [12] с.382, прикладна програма 7, для сталі з  $\sigma_b=88$  кг/мм<sup>2</sup>, глибині до 2 мм,  $S_0$  до 0,53 мм/об, кут  $\varphi=90^\circ$  при швидкості головного руху різання до 65 м/хв сила  $P_X=107$  кгс. Оскільки  $P_X < P_{X\text{доп}}$  ( $107 < 600$ ), звідси слідує що  $S_0=0,3-0,4$  мм/об не лімітується міцністю механізму подачі станка. Таким чином,  $S_0=0,3-0,4$  мм/об є для заданих вимог обробки максимально технологічно допустимим. Приймаю  $S_0=0,3$  мм/об.

Призначаю період стійкості різця  $T=60$  хв, за [12] с.31. Допустимий знос різця з твердого сплаву по задній поверхні за [12] с.370, прикладна програма 3 для чорнової обробки корозійно-стійкої сталі  $h_3=1,0$  мм.

Визначаю швидкість головного руху різання, допустимий різцем за [12] с.41, карта 5. Для глибини 1,0 мм,  $S_0$  до 0,37 мм/об та кута  $\varphi=90^\circ$ ,  $V_T=75$  м/хв.

Враховуючи поправочні коефіцієнти, наведені в карті:

поправочний коефіцієнт, враховуючий марку матеріалу інструменту  $K_{uv}=1,4$ ;

поправочний коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки  $K_{nv}=0,7$ ;

поправочний коефіцієнт, враховуючий марку оброблюваної заготовки  $K_{Mv}=0,93$ .

Швидкість головного руху різання визначається за формулою:

$$V=V_T \cdot K_{uv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Mv}, \quad (6.19)$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		64

$$V=75 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 0,93=68,36 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя розраховую за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.20)$$

де  $D$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$$\text{поверхня 1} - n = \frac{1000 \cdot 68,36}{3,14 \cdot 18} = 1209 \text{ об/хв};$$

$$\text{поверхня 2} - n = \frac{1000 \cdot 68,36}{3,14 \cdot 15} = 1451 \text{ об/хв};$$

$$\text{поверхня 3} - n = \frac{1000 \cdot 68,36}{3,14 \cdot 15} = 1451 \text{ об/хв};$$

$$\text{поверхня 4} - n = \frac{1000 \cdot 68,36}{3,14 \cdot 28} = 777 \text{ об/хв};$$

$$\text{поверхня 5} - n = \frac{1000 \cdot 68,36}{3,14 \cdot 28} = 777 \text{ об/хв};$$

Коректну частоту обертання шпинделя за паспортними даними станка та визначаю дійсне значення частоти обертання поверхонь 1 -  $n_{\phi}=1250$  об/хв; для поверхонь 4,5 -  $n_{\phi}=800$  об/хв, для поверхні 2,3 -  $n_{\phi}=1600$  об/хв

Знаходжу дійсну швидкість за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} \quad (6.21)$$

$$\text{поверхня 1} - V_d = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 1250}{1000} = 70,65 \text{ м/хв};$$

$$\text{поверхня 2} - V_d = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 1250}{1000} = 58,9 \text{ м/хв};$$

$$\text{поверхня 3} - V_d = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 1250}{1000} = 58,9 \text{ м/хв};$$

$$\text{поверхня 4} - V_d = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 70,34 \text{ м/хв};$$

$$\text{поверхня 5} - V_d = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 70,34 \text{ м/хв};$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		65

Визначаю потужність що втрачається на різання за [12] с.48, карта 7. Для  $\sigma_b = 88 \text{ кг/мм}^2$ , глибина до 2,0 мм,  $S_0$  до 0,3 мм/об, звідси слідує що  $N_T = 1,2 \text{ кВт}$ . Для заданих умов обробки наведений в карті поправочний коефіцієнт на потужність  $K_N = 1,0$ . Звідси слідує що  $N = N_T = 1,2 \text{ кВт}$ .

Перевіряю, чи вистачить потужності привода станка з такої залежності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}} \quad (6.22)$$

За паспортними даними станка Bernardo «Master 380»: потужність електродвигуна приводу станка  $N = 2,2 \text{ кВт}$ , КПД станка  $\eta = 0,85$ . Потужність шпінделя станка визначається за формулою:

$$N_{\text{шп}} = N \cdot \eta, \quad (6.23)$$

$$N_{\text{шп}} = 2,2 \cdot 0,85 = 1,87 \text{ кВт}.$$

Оскільки умова (32) виконується ( $1,2 \leq 1,87$ ), то обробка можлива.

Основний час розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i, \quad (6.24)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу різця, з врахуванням врізання та перебігу, мм.

$i$  – кількість проходів

Довжина робочого ходу різця визначається за формулою:

$$L = l + u + \Delta, \quad (6.25)$$

де  $l$  – довжина оброблюваної поверхні, мм,

$u$  – величина врізання, мм,

$\Delta$  – величина перебігу, мм,

$$\text{поверхня 1} - L = 60 + 3 + 0 = 63 \text{ мм};$$

$$\text{поверхня 2} - L = 8 + 3 + 0 = 1 \text{ мм};$$

$$\text{поверхня 3} - L = 1 + 3 + 0 = 4 \text{ мм};$$

$$\text{поверхня 4} - L = 6,5 + 3,5 + 0 = 10 \text{ мм};$$

$$\text{поверхня 5} - L = 27,5 + 3,5 + 3 = 34 \text{ мм};$$

Кількість проходів  $i = 1$ .

Основний час:

$$\text{поверхня 1} - T_o = \frac{63}{0,3 \cdot 1250} \cdot 1 = 0,17 \text{ хв};$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
						66
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{поверхня 2} - T_o = \frac{11}{0,3 \cdot 1600} \cdot 1 = 0,02 \text{ хв};$$

$$\text{поверхня 3} - T_o = \frac{4}{0,3 \cdot 1600} \cdot 1 = 0,01 \text{ хв};$$

$$\text{поверхня 4} - T_o = \frac{10}{0,3 \cdot 800} \cdot 1 = 0,04 \text{ хв};$$

$$\text{поверхня 5} - T_o = \frac{34}{0,3 \cdot 800} \cdot 1 = 0,14 \text{ хв};$$

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_d = T_{d.уст.} + T_{d.оп.} + T_{d.зм.}, \quad (6.26)$$

де  $T_{d.уст.}$  – час на установку та зняття деталі, по [13] с.60, карта 7, при установці деталі в цента  $T_{d.уст.}=1,54$  хв;

$T_{d.оп.}$  – час пов'язаний з операцією, по [13] с.79, карта 14.  $T_{d.оп.}=0,42$  хв.

$T_{d.зм.}$  – час на вимірювання, по [13] с.80, карта 15.  $T_{d.зм.}=0,86$  хв.

$$T_d = 1,54 + 0,42 + 0,86 = 2,82 \text{ хв.},$$

Сума основного та допоміжного часу складає час оперативної роботи  $T_{оп.}$ , що визначається за формулою:

$$T_{оп.} = T_o + T_d, \quad (6.27)$$

$$T_{оп.} = 0,17 + 0,02 + 0,01 + 0,04 + 0,14 + 2,82 = 3,2 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп.} \cdot \left( 1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (6.28)$$

де  $a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}$  – час на організаційні та технічні обслуговування робочого місця та особисті потреби по [13] с.90, карта 16:  $a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} = 9\%$

$$T_{шт} = 3,2 \cdot \left( 1 + \frac{9}{100} \right) = 3,48 \text{ хв}$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		67

Норма підготовчо-заключного часу  $T_{ПЗ}$  визначаю за [13] с.96, карта 21 та складається з:

часу на отримання наряду, креслення, технологічної документації, ріжучого та допоміжного інструменту: 9 хв.

час на ознайомлення з роботою, кресленням, технологічною документацією: 4хв.

час на інструктаж майстра: 2 хв.

час на установку вихідних режимів роботи станка: 0,15 хв.

час на налаштування приладу для подачі МОР: 0,25 хв.

$$T_{ПЗ} = 9,0 + 4,0 + 2,0 + 0,15 + 0,25 = 15,4 \text{ хв.}$$

$$\text{Тоді } T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \quad (6.29)$$

$n$  – кількість деталей в партії (шт.), що розраховується за формулою:

$$n = \frac{T_{зм} - T_{ПЗ}}{T_{шт}}, \text{ де } T_{зм} = 480 \text{ хв.}$$

$$n = \frac{480 - 15,4}{3,48} = 133 \text{ шт.}$$

$$T_{шк} = 3,48 + \frac{15,4}{133} = 3,6 \text{ хв.}$$

### 090 Круглошліфувальна (рис. 1.17)

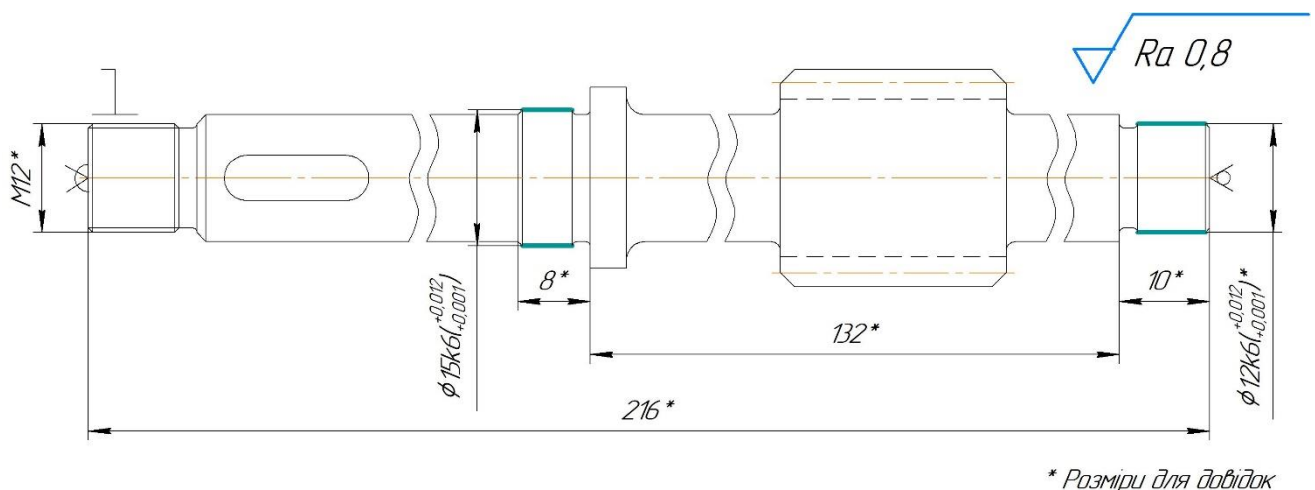


Рисунок 6.16 – Ескіз обробки на операції 090

Визначаю частоту обертання шліфувального круга при прийнятій швидкості 30...35 м/с

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		68

$$n_K = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V}{\pi \cdot D_K} \quad (6.30)$$

$$n_K = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 200} = 3344 \text{ об/хв}$$

Приймаю за паспортними даними станка  $n_K = 2880$  об/хв

Тоді швидкість головного руху різання отримаю:

$$V = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 2880}{1000 \cdot 60} = 30 \text{ м/с}$$

Швидкість руху окружної подачі  $V_{\text{Сокр}}$  (в довіднику – окружна подача деталі  $V_D$ ), за [14] с.17, карта 3:  $V_{\text{Сокр}} = 14 \dots 32$  м/хв. Приймаю середнє значення 30 м/хв.

Частота обертання заготовки, відповідає прийнятій швидкості руху окружної подачі, визначається за формулою:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_{\text{Сокр}}}{\pi \cdot d_3}, \quad (6.31)$$

$$\text{- для } \varnothing 12: n_3 = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 12} = 796 \text{ об/хв};$$

$$\text{- для } \varnothing 15: n_3 = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 15} = 637 \text{ об/хв};$$

Розраховані значення  $n_3 = 796$  об/хв та  $n_3 = 637$  об/хв можуть бути застосовані на станку 3М150, оскільки станок має безступінчасте регулювання частоти обертання заготовки в границях 100-1000 об/хв.

Поперечна подача круга  $S_x$  мм/хід ( в довіднику названо глибиною шліфування, т:  $S_x = 0,002 \dots 0,010$  мм/хід столу, враховуючи високі вимоги, зазначені до точності обробки ( поля допусків k6) та шорсткості поверхні  $Ra = 0,8$  мкм, приймаю  $S_x = 0,002$  мм/хід. Оскільки на станку 3М150 поперечні подачі регулюються безступінчато в межах 0,002-0,1 мм/хід, отже приймаю  $S_x = 0,002$  мм/хід.

Поперечну подачу визначаю за нормативом [19] с. 277, карта 107 лист 2:

$$S_{t1} = 0,17 \text{ мм/хв}$$

З урахування поправочних коефіцієнтів виходить формула:

$$S_t = S_{t1} \cdot K_{Sv} \cdot K_{Sw} \cdot K_{SI} \cdot K_{Sk} \cdot K_{S6} \cdot K_{Sh} \cdot K_s \quad (6.32)$$

де:  $K_{Sv}$  - коефіцієнт з урахуванням швидкості обертання круга,  $K_{Sv} = 0,55$

$K_{Sw}$  – з урахуванням поверхні,  $K_{Sw} = 1,0$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
						69
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		



$K_{S1}$  – з урахуванням податливості технологічної системи,  $K_{S1} = 1,0$

$K_{Sk}$  – з урахуванням якості заготовки,  $K_{Sk} = 1,0$

$K_{S6}$  – з урахуванням погрешності обробки,  $K_{S6} = 1,0$

$K_{Sh}$  – з урахуванням матеріалу зерен,  $K_{Sh} = 1,0$

$K_s$  - з урахуванням групи оброблюваного матеріалу,  $K_s = 1,0$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів

$$S_t = 0,17 \cdot 0,55 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,0935 \text{ мм/хв}$$

Поздовжня подача на поворот заготовки визначається за формулою:

$$S_o = S_d \cdot B_k, \quad (6.33)$$

де  $S_d$  – коефіцієнт враховуючий поздовжню подачу, за [14] с.17, карта 3, лист 1:

$$S_d = 0,5$$

$B_k$  – ширина круга,  $B_k = 16 \text{ мм}$ .

$$S_o = 0,5 \cdot 16 = 8 \text{ мм/хід.}$$

Визначаю потужність, що витрачається на різання за [14] с.19, карта 5, лист 1:  $N_T = 2,0 \text{ кВт}$ .

Потужність що витрачається на різання, з урахуванням поправочного коефіцієнту визначається за формулою:

$$N_{\text{різ}} = N_T \cdot K_{N1} \cdot K_{N2}, \quad (6.34)$$

де  $K_{N1}$  – поправочний коефіцієнт, що враховується потужністю різання в залежності від твердості та ширини круга, за [14] с.19, карта 5, лист 1: для ширини круга  $B_k = 8 \text{ мм}$ , та прийнятої твердості  $K_{N1} = 0,9$ ;

$K_{N2}$  - поправочний коефіцієнт, що враховується потужністю різання в залежності від діаметру шліфування, за [14] с.19, карта 5, лист 1: для діаметру шліфування до 16 мм.  $K_{N2} = 0,8$ ;

$$N_{\text{різ}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ кВт.}$$

За паспортними даними станка 3М150 потужність електродвигуна приводу шліфувального круга  $N = 4,0 \text{ кВт}$ ; КПД станка  $\eta = 0,85$ . Потужність шпинделя станка визначається за формулою (32):

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		70

$$N_{\text{шп}} = 4,0 \cdot 0,85 = 3,40 \text{ кВт.}$$

Оскільки  $1,44 < 3,40$ , отже обробка можлива.

При кінцевому шліфуванню виробу з сталі неможна допускати, щоб встановлений режим шліфування призводив до утворення опіків на оброблюваній поверхні, оскільки неможна допускати надмірного збільшення температури в зоні шліфування. Для того щоб перевірити, чи виконується вимога шліфування без опіків, необхідно визначити питому потужність шліфування  $N_{\text{пит}}$ , оскільки потужність, що знаходиться на 1 мм, ширини шліфувального круга, визначаю за формулою;

$$N_{\text{пит}} = \frac{N_{\text{різ}}}{B_K}, \quad (6.35)$$

$$N_{\text{пит}} = \frac{1,44}{16} = 0,09 \text{ кВт/мм.}$$

Визначаю граничне значення  $N_{\text{пит}}$ , при якому забезпечується шліфування без опіків за [14] с.19, карта 5, лист 1: для твердості круга СМ1, швидкості руху окружної подачі  $V_{\text{Сокр}}$  до 20 м/хв,  $N_{\text{пит}} = 0,22 \text{ кВт/мм.}$

Оскільки  $0,18 < 0,22$ , то вимога шліфування без опіків виконується.

Основний час визначається за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S_0 \cdot S_x} \cdot K, \quad (6.36)$$

де  $L$  – довжина ходу столу, з врахуванням перебігу круга на кожную сторону, що дорівнює  $0,5B_K$  ( $1-L=1=12 \text{ мм}$ ,  $2-L=1=14 \text{ мм.}$ )

$h$  – припуск на сторону,  $h=0,1 \text{ мм.}$

$K$  – коефіцієнт точності, що враховує час на “виходжування”, при кінцевому шліфуванні  $K = 1,4$

$$1 - T_0 = \frac{12 \cdot 0,1}{796 \cdot 8 \cdot 0,002} \cdot 1,4 = 0,13 \text{ хв;}$$

$$2 - T_0 = \frac{14}{637 \cdot 8 \cdot 0,002} \cdot 1,4 = 0,19 \text{ хв;}$$

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{\text{Д}}^{\text{ШЛ}} = T_{\text{Дуст}} + T_{\text{Доп}} + T_{\text{Двим}}, \quad (6.37)$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		71

де  $T_{\text{Дуст}}$  – час на закріплення та зняття деталі, за [14] с.60, карта 7: при закріпленні деталі в центрах  $T_{\text{Дуст}} = 1,54$  хв;

$T_{\text{Доп}}$  – час пов'язаний з операцією, за [14] с.176, прикладна програма 10: включає час на підведення (відведення) столу (шліфувального круга) в поздовжньому напрямленні 0,06 хв, підведення шліфувального круга до шліфувальної поверхні в поперечному напрямку 0,03 хв, ввімкнення (вимкнення) обертової деталі (шліфувального круга) кнопкою 0,15 хв, ввімкнення (вимкнення) поздовжньої подачі 0,02 хв.

$$T_{\text{Доп}} = 2 \cdot 0,06 + 0,03 + 2 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,02 = 0,22 \text{ хв.}$$

$T_{\text{Двим}}$  – час на вимірювання, за [14] с.160, прикладна програма 5:  $T_{\text{Двим}} = 0,95$  хв.

$$T_{\text{Д}}^{\text{ШЛ}} = 1,54 + 0,22 + 0,95 = 2,71 \text{ хв;}$$

Сума основного та допоміжного часу складає час оперативної роботи  $T_{\text{ОП}}$ :

$$T_{\text{ОП}} = 0,13 + 0,19 + 2,71 = 3,03 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ОП}} + T_{\text{Д}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{від}}, \quad (6.38)$$

де  $T_{\text{обс}}$  – час на обслуговування робочого місця, за [14] с.86, карта 30:  $T_{\text{обс}} = 5\% \cdot T_{\text{ОП}} = 5\% \cdot 3,03 = 0,15$  хв,

$T_{\text{від}}$  – час на відпочинок та потреби, за [14] с.86, карта 30:  $T_{\text{від}} = 5\% \cdot T_{\text{ОП}} = 5\% \cdot 3,03 = 0,15$  хв.

$$T_{\text{шт}} = 3,03 + 0,15 + 0,15 = 3,33 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу  $T_{\text{ПЗ}}$  визначається за [14] с.86, карта 30, та складається за:

- час на налагодження станка, інструментів та пристроїв 7,0 хв.
- час на заміну шліфувального круга 1,8 хв.
- час на закріплення шпинделя з кругом в шпиндельній головці 0,7 хв.
- час на шліфування кулачків 0,8 хв.
- час на налагодження шліфувального круга за діаметром після його заміни 0,8 хв.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		72

- час на отримання працюючим завдання, інструменту та приладів до початку та повернення їх після закінчення обробки 7,0 хв.

$$T_{ПЗ} = 7,0 + 1,8 + 0,7 + 0,8 + 0,8 + 7,0 = 18,1 \text{ хв.}$$

$$\text{Тоді } T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n}$$

$n$  – кількість деталей в партії (шт.), що розраховується за формулою:

$$n = \frac{T_{зм} - T_{ПЗ}}{T_{шт}}, \text{ де } T_{зм} = 480 \text{ хв.}$$

$$n = \frac{480 - 18,1}{3,33} = 138 \text{ шт.}$$

$$T_{шк} = 3,33 + \frac{18,1}{138} = 3,46 \text{ хв.}$$

В таблицях 6.15-6.20 наведені режими різання та норми часу на інші механічні операції.

Таблиця 6.15 – Режими різання та норми часу на операцію 030

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання $t$ ,	Число проходів $i$	Подача $S_0$ , мм/об	Частота обертання шпінделя $n$ , об/хв	Швидкість різання $V$ , м/хв	Основний час $T_0$ , хв	Допоміжний час $T_{Л}$ , хв	Штучний час $T_{шт}$ , хв	Підготовчо-заклучний час $T_{ПЗ}$ , хв
Торець l216	2,0	1	0,32	1600	251,2	0,15	3,27	3,75	17,5
Центрові отвори А2	1,0	-	0,2	2000	12,56	0,02			
Всього	-					0,17			

Таблиця 6.16 – Режими різання та норми часу на операцію 045

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання $t$ ,	Число проходів $i$	Подача $S_0$ , мм/об	Частота обертання шпінделя $n$ , об/хв	Швидкість різання $V$ , м/хв	Основний час $T_0$ , хв	Допоміжний час $T_{Л}$ , хв	Штучний час $T_{шт}$ , хв	Підготовчо-заклучний час $T_{ПЗ}$ , хв
Поверхня $\varnothing 16$	1,5	1	0,3	1600	80,38	0,16	3,51	4,31	15,4

Поверхня Ø13	1,0	1	0,3	1600	65,31	0,03			
Торець Ø16/Ø13	1,0	1	0,3	1600	80,38	0,01			
Торець Ø24/Ø16	1,5	1	0,3	1000	75,36	0,03			
Поверхня Ø21	1,5	1	0,3	1000	65,94	0,03			
Поверхня Ø15	1,5	1	0,3	1600	75,36	0,06			
Торець Ø25/Ø15	1,5	1	0,3	1000	78,50	0,04			
Поверхня Ø15	1,5	1	0,3	1600	75,36	0,06			
Торець Ø21/Ø15	1,0	1	0,3	1000	65,94	0,02			
Всього				-		0,44			

Таблиця 6.17 – Режими різання та норми часу на операцію 055

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання t, мм	Число проходів і	Подача S <sub>o</sub> , мм/об	Частота обертання шпінделя n, об/хв	Швидкість різання V, м/хв	Основний час T <sub>o</sub> , хв	Допоміжний час T <sub>д</sub> , хв	Штучний час T <sub>шт</sub> , хв	Підготовчо-заклучний час T <sub>пз</sub> , хв
Точити фаску 0,6×45°	0,6	1	0,15	2000	76,62	0,01	3,0	5,138	17,0
Точити поверхню Ø12,2	0,4	1	0,15	2000	76,62	0,03			
Точити торець Ø12,2/Ø14	1,0	1	0,15	1600	70,34	0,01			
Точити поверхню Ø14	0,5	1	0,15	1600	70,34	0,21			
Точити галтель R1	0,5	1	0,15	1600	80,38	0,01			
Точити торець Ø14/Ø24	0,5	1	0,15	1000	65,31	0,02			
Точити фаску 1,6×45°	1,6	1	0,15	1000	75,36	0,02			
Точити поверхню Ø24	0,5	1	0,15	1000	75,36	0,178			
Точити канавку Г	2,0	1	0,10	2000	76,62	0,01			
Нарізати витки черв'яка	0,5	7	4,70	1000	75,36	1,64			
Всього				-		2,138			

Таблиця 6.18 – Режими різання та норми часу на операцію 060

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$	Подача $S_o$ , мм/об	Частота обертання	Швидкість різання $V$ , м/хв	Основний час $T_o$ , хв	Допоміжний час $T_d$ , хв	Штучний час $T_{шт.}$ хв	Підготовчо- заклучний час $T_{пз}$ , хв
Точити фаску $0,6 \times 45^\circ$	0,6	1	0,15	2000	75,36	0,01	3,0	4,23	17,0
Точити поверхню $\varnothing 12$	0,4	1	0,15	2000	75,36	0,03			
Точити фаску $1 \times 45^\circ$	1,0	1	0,15	1600	70,34	0,01			
Точити поверхню $\varnothing 14$	1,0	1	0,15	1600	70,34	0,21			
Точити фаску $0,5 \times 45^\circ$	0,5	1	0,15	1600	76,36	0,01			
Точити торець $\varnothing 15,2$	0,4	1	0,15	1600	76,36	0,03			
Точити торець $\varnothing 15,2/\varnothing 20$	0,5	1	0,15	1250	78,36	0,03			
Точити поверхню $\varnothing 20$	0,5	1	0,15	1250	78,50	0,3			
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 24$	0,5	1	0,15	1000	65,31	0,02			
Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$	1,6	1	0,15	1000	75,36	0,02			
Точити поверхню $\varnothing 14$	2,0	1	0,10	2000	76,62	0,01			
Точити галтель R1	0,5	1	0,15	1000	80,38	0,01			
Точити поверхню $\varnothing 12$	0,4	1	0,15	2000	75,36	0,03			
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 24$	0,5	1	0,15	1000	65,31	0,02			
Точити поверхню $\varnothing 14$	0,5	1	0,15	1600	70,34	0,11			
Точити галтель R2	1,0	1	0,15	1250	70,65	0,07			
Точити торець $\varnothing 14/\varnothing 20$	1,0	1	0,15	1250	82,43	0,02			
Точити канавку В	2,0	1	0,10	2000	76,62	0,01			
Точити канавку Д	2,0	1	0,10	2000	76,62	0,01			
Нарізати різьбу M12- 8g	1,75	1	1,75	2000	75,36	0,30			
Всього	-	1,23							

Таблиця 6.19 – Режими різання та норми часу на операцію 070

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$	Подача $S_0$ , мм/об	Частота обертання шпінделя $n$ , об/хв	Швидкість різання $V$ , м/хв	Основний час $T_0$ , хв	Допоміжний час $T_{пл}$ , хв	Штучний час $T_{шт}$ , хв	Підготовчо-заклучний час $T_{пз}$ , хв
Фрезерування паза	5,0	1	0,32	1250	19,63	0,14	1,66	3,31	17,0
Всього	-					0,14			

Таблиця 6.20 – Режими різання та норми часу на операцію 100

Оброблювані поверхні	Режими різання					Норми часу			
	Глибина різання $t$ , мм	Число проходів $i$	Подача $S_0$ , мм/об	Частота обертання шпінделя $n$ , об/хв	Швидкість різання $V$ , м/хв	Основний час $T_0$ , хв	Допоміжний час $T_{пл}$ , хв	Штучний час $T_{шт}$ , хв	Підготовчо-заклучний час $T_{пз}$ , хв
Шліфування витків черв'яка	0,001	-	0,001	1000	75,36	1,56	4,0	6,12	17,8
Всього	-					1,56			

Таблиця 6.21 – Норми часу на механічні операції

№ Операції	Назва	Модель верстату	$T_0$ , хв	$T_d$ , хв	$T_{ш т}$ , хв	$T_{ш к}$ , хв	$T_{пз}$ , хв	Розряд
030	Фрезерно-центруюча	2Г942	0,17	3,27	3,75	3,9	17,5	2
040	Токарно-гвинторізна	Bernard о «Master 380»	0,38	2,82	3,48	3,6	15,4	2
045	Токарно-гвинторізна	Bernard о «Master 380»	0,44	3,51	4,31	4,45	15,4	2

055	Токарна з ЧПК	HAAS TL1	2,13 8	3,0	5,64	5,84	17,0	3
060	Токарна з ЧПК	HAAS TL1	1,23	3,0	4,63	4,8	17,0	3
070	Фрезерна з ЧПК	HAAS Mini Mill	0,14	1,66	3,31	3,43	17,0	3
090	Круглошліфувальн а	3M150	0,78	2,71	3,33	3,46	18,1	2
100	Черв'ячно- шліфувальна	5K881	1,56	4,0	6,12	6,4	17,8	3

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		77



## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Завдання на проектування обґрунтування необхідності створення пристрою. Вибір системи пристрою

Згідно з завданням спроектуємо верстатний пристрій для установки і закріплення заготовки «Черв'як» на вертикально-фрезерній операції №070 технологічного процесу її виготовлення. На розглянутій операції проводиться фрезерування закритого шпонкового паза шириною  $5N9_{(-0,03)}$ , довжиною  $16^{(+0,43)}$ , на глибину  $3^{(+0,1)}$ , та довжиною від торця  $12^{(+0,43)}$  яка становить  $3^{(+0,125)}_{(-0,125)}$ . Паз знаходиться на діаметрі  $14h12_{(-0,18)}$ , див. креслення деталі «Черв'як».

Точність ширини пазу  $5N9_{(-0,03)}$ , регламентується полем допуску N та 9 квалітетом точності. Шорсткість бокових поверхонь пазу становить 3,2 мкм, за критерієм Ra.

До цього розміру проставлені допуски розташування:

-Допуск симетричності бокових поверхонь пазу  $5N9_{(-0,03)}$  відносно бази  $A(\varnothing 12k6^{+0,012}_{+0,001})$ , становить 0,06 мм.

-Допуск паралельності бокових поверхонь пазу  $5N9_{(-0,03)}$  відносно бази  $A(\varnothing 12k6^{+0,012}_{+0,001})$ , становить 0,015 мм.

Точність довжини пазу  $16^{(+0,43)}$ , є вільною, її точність регламентується технічними вимогами наведеними на кресленні деталі. Обираю для розглянутої поверхні поле допуску H, та 14 квалітет точності. Шорсткість розміру становить 3,2 мкм, за критерієм Ra.

Точність глибини пазу  $3^{(+0,1)}$  мм, є вільною, її точність регламентується технічними вимогами наведеними на кресленні деталі. Обираю для розглянутої поверхні поле допуску H, та 12 квалітет точності. Шорсткість розміру становить 6,3 мкм, за критерієм Ra .

У заводському технологічному процесі на розглянутій операції заготовка обробляється з використанням фрезерного верстата моделі 6P13 з попередньої

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		78

розміткою. Обираю фрезерний верстат Haas Mini Mill. Тому, що цей верстат є досить новим в порівнянні з 6P13, на ньому не потрібна попередньо розмічувати заготовку, що досить сильно економить час при середньосерійному типі виробництва. Та надає змогу задіювати працівників з середньою кваліфікацією. Основні характеристики вертикально-фрезерного верстата Haas Mini Mill наведені в табл. 7.1

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики вертикально-фрезерного станка моделі Haas Mini Mill

НАЗВА ПАРАМЕТРУ	ЗНАЧЕННЯ
<b>ХОДИ</b>	
Вісь X	406 мм.
Вісь Y	305 мм.
Вісь Z	254 мм.
Відстань від переднього торця шпинделя до столу	102 - 356 мм.
<b>ШПИНДЕЛЬ</b>	
Максимальна потужність, що передається шпинделем	5.6 kW
Максимальна швидкість (частота) обертання шпинделя	6000 хв <sup>-1</sup>
Максимальний крутний момент	45 Нм @ 1200 хв <sup>-1</sup>
Система приводу	Direct Speed, Belt Drive
Конус	CT 40 и BT 40
Змащування підшипників	Grease Packed
Охолодження	Air Cooled
<b>СТІЛ</b>	
Довжина (робоча область)	914 (730) мм.
Ширина	305 мм.
Ширина Т-образних пазів	16 мм.
Відстань по центру Т-образних пазів	110 мм.
Кількість стандартних Т-образних пазів	3
Максимальна вага на столі (рівномірно розподілена)	227 kg
<b>ШВИДКІСТЬ ПОДАЧІ</b>	
Різання на максимальну глибину	12.7 м/хв
Прискорене переміщення по осі X	15.2 м/хв
Прискорене переміщення по осі Y	15.2 м/хв
Прискорене переміщення по осі Z	15.2 м/хв
<b>ДВИГУНИ ОСІ</b>	
Максимальне осьове зусилля по осі X	8896 Н
Максимальне осьове зусилля по осі Y	8896 Н
Максимальне осьове зусилля вздовж осі Z	8896 Н

ПРИСТРІЙ ЗМІНИ ІНСТРУМЕНТІВ	
Тип	Carousel
Ємність	10
Максимальний діаметр інструменту (повний)	89 мм.
Максимальна вага інструменту	5.4 кг.
Від інструменту до інструменту (середнє)	4.2 с.
Час від стружки до стружки (середній)	5.0 с.
загальні відомості	
Обсяг ЗОР	151 літр
Маса верстата	1815.0 кг.

Верстати Haas Mini Mill встановлюють промисловий стандарт компактних обробних центрів. Вони ідеально підходять для навчальних закладів, цехів, що починають діяльність, або для вивчення основ ЧПК в обробці. Оснащені повнорозмірними функціями, вони є цінним доповненням для цехів, яким необхідний другий універсальний верстат або шпиндель при обмеженому просторі.

Особливості конструкції:

- повністю закрите герметичне захисне огороження робочої зони;
- серводвигуни переміщень по осях з прямою передачею моменту;
- сталеві загартовані підшипникові блоки направляючих;
- ШВП з подвійним кріпленням і попередньо натягнутою гайкою;
- система автоматичного змащення напрямних і ШВП;
- сопла подачі МОР розташовані навколо шпинделя.

Обираю такий ріжучий інструменти: Фреза 2234-0353 P6M5 ГОСТ 9140-78\*. Фреза шпонкова з циліндричним хвостовиком є різновидом кінцевої фрези з двома зубцями і застосовується для отримання шпоночних пазів в деталях, виготовляються діаметром від 2 мм до 25 мм з термооброблених швидкорізальних сталей (P2M1, P6M5, P6M5K5 ГОСТ 19265-73) з робочою твердістю 62-66 HRC.

Залежно від напрямку обертання шпонкові фрези бувають праворіжучі та ліворіжучі.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		80

## 7.2 Аналіз схеми базування заготовки

Розглянемо поверхні деталі, що претендують на роль технологічних баз. Відомо, що технологічні бази повинні мати просту форму, бути достатньо розвинутими, тобто повинні мати достатньо велику площу чи довжину, бути достатньо точними, та не повинні заважати доступу ріжучого інструмента до оброблюваних поверхонь.

Усім цим вимогам відповідають циліндрична поверхня діаметром 14h12, циліндрична поверхня діаметром 14h14 та крайній правий торець деталі.

Точність зовнішньої циліндричної поверхні 14h12(-0,18) мм, регламентується полем допуску h та 12 квалітетом точності. Шорсткість поверхні становить

1,6 мкм за критерієм Ra.

Точність розташування крайнього правого торця деталі регламентується технічними вимогами наведеними на кресленні деталі та відповідає 12 квалітету точності розмірів. Шорсткість поверхні становить 3,2 мкм за критерієм Ra.

Оброблюваний паз розташований на відстані  $3^{(+0,125)}_{(-0,125)}$  мм, що відповідає 14 квалітету точності з допуском 0,25 мм та симетричним розташуванням відхилень. Шорсткість бокових поверхонь оброблюваного паза та заокруглень з радіусом 2,5 мм становить 3,2 мкм за критерієм Ra.

При цьому передбачається, що заготовка при фрезеруванні паза на вертикально-фрезерній операції буде встановлена на дві опорні призми по поверхнях з діаметрами  $\varnothing 14^*$  та  $\varnothing 14h12$  (див. рис. 2.1). Під час базування заготовки в опорних призмах реалізується подвійна направляюча база, що позбавляє заготовку 4-х ступенів свободи, зокрема, поступального переміщення уздовж осі Z та осі Y, а також обертальних рухів навколо осі Z та осі Y (див. рис. 2.1). Під час базування заготовки по крайньому правому торцю реалізується опорна база, яка позбавляє заготовку 1-го ступеню волі: поступального переміщення уздовж центральної осі деталі (вісь X). Таким чином, при установці заготовка буде позбавлена 5-ти ступенів свободи.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дата		81

Для запобігання повороту заготовки навколо центральної осі (вісь X) скористаємося затискачем одиничним.

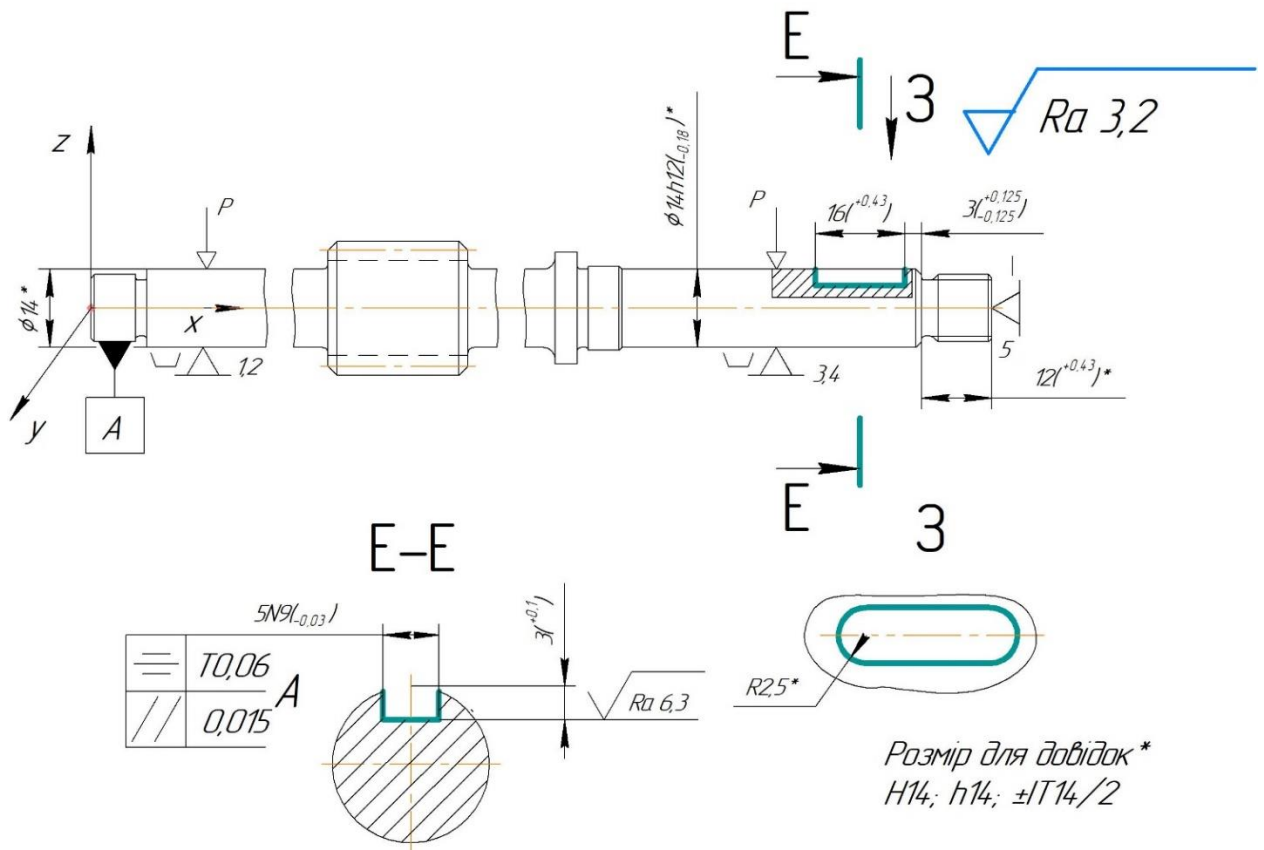


Рисунок 7.1 – Схема базування заготовки

Таблиця 7.2 – Таблиця відповідності

База	Зв'язок	Ступені волі	Що забезпечує	Чим забезпечує
ПНБ	1,2,3,4	$\vec{z}; \vec{y}; \vec{z}; \vec{y}$	$z(+0,1)$	$\vec{z}$
ОБ	5	$\vec{x}$	$z(+0,125)$ $z(-0,125)$	$\vec{x}$

Виконаємо аналіз схеми базування заготовки з точки зору забезпечення точності операційних розмірів: шириною  $5N9_{(-0,03)}$ , довжиною  $16^{(+0,43)}$ , та глибину  $3^{(+0,1)}$ , та довжиною від торця яка становить  $3^{(+0,125)}_{(-0,125)}$ . Паз знаходиться на діаметрі  $14h12_{(-0,18)}$  мм.

Для лінійного розміру  $3^{(+0,125)}_{(-0,125)}$  мм, має місце похибка базування заготовки, оскільки технологічна база (правий крайній торець заготовки) та вимірювальна (крайня ліва частина торця  $12^{(+0,43)}$ ) бази не співпадають. Похибка базування для розміру  $3^{(+0,125)}_{(-0,125)}$  мм, дорівнює допуску на розмір  $12^{(+0,43)}$ , пов'язуючий технологічну та вимірювальну бази.  $E_{63}=T_{12}=0,43$ мм ( $T_{12}=0,43$  тому що  $ES=+0,43$ мм,  $EI=0$ мм). Оскільки  $T_3=0,25$ мм ( $T_3=0,125+0,125=0,25$ мм.), тобто менше за  $E_{63}=T_{12}=0,43$ мм – це є неприйнятним. Вирішенням цієї проблеми буде підвищення точності розміру  $12^{(+0,43)}$ . Якщо підвищити точність цього розміру, то меншим буде допуск на цей самий розмір. Збільшивши точність до 12 квалітету, шляхом шліфування, отже  $E_{63}=T_{12}=0,18$ мм, що в свою чергу буде менше за  $T_3=0,25$ мм – що є прийнятним.

Для лінійного розміру  $16^{(+0,43)}$  мм, похибка базування має місце, однак в даному випадку нею можна знехтувати, тому що точність операційного розміру буде визначатися точністю налаштування граничних положень шпонкової фрези, яка зазвичай становить (0,01 ... 0,02) мм і не перевищує допуску на довжину паза.

Точність ширини паза, яка визначається розміром  $5N9_{(-0,03)}$  мм, забезпечується діаметром шпонкової фрези і залежить від ступеня її зносу.

Похибка базування на глибину паза  $3^{(+0,1)}$  мм, при установці заготовки на дві призми, можна розрахувати за формулою:

$$E_{6H2} = 0,5 \cdot TD \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right) \quad (7.1)$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де TD – допуск на діаметр зовнішньої циліндричної поверхні 14h12(-0,18) мм. Приймаю TD=0,18мм,

$\sin \alpha - 45^\circ$ , оскільки в призмі під час оброблення плоскої поверхні або паза  $2\alpha = 90^\circ$ .

Тоді за формулою (2.1) маємо

$$E_{63} = 0,5 \cdot 0,18 \cdot \left( \frac{1}{\sin 45^\circ} + 1 \right) = 0,217 \text{ мм.}$$

Умова не виконується  $E_{63} = 0,217$  мм більше за  $T_3 = 0,1$  мм – це є неприйнятним. Для задовільнення умови підвищу точність розміру 14h12(-0,18), до 10 квалітету, отже TD=0,07 мм, отримати можна за рахунок шліфування.

Тоді за формулою (2.1) маємо

$$E_{63} = 0,5 \cdot 0,07 \cdot \left( \frac{1}{\sin 45^\circ} + 1 \right) = 0,08 \text{ мм.}$$

Так, виконується умова  $E_{63} = 0,08$ мм. менше за  $T_3 = 0,1$ мм, що є прийнятним з точки зору забезпечення точності глибини оброблюваного пазу.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок: запропонована схема базування заготовки дозволяє забезпечувати точність операційних розмірів при обробці паза.

### 7.3 Розрахунок сили закріплення заготовки

При фрезеруванні паза заготовці повідомляється тангенціальна складова сили різання  $P_z$ , точка прикладання якої розташована на зовнішньої циліндричної поверхні  $\emptyset 14h12$  (див. рис. 3.1). Діючи по дотичній до поверхні  $\emptyset 14h12$  тангенціальна складова сили різання  $P_z$  створює обертовий момент  $M_{об}$ , який повертає заготовку навколо її центральної осі. До заготовки зверху прикладена сила закріплення  $W$  (див. рис. 3.1). Сила закріплення  $W$ , спрямована нормально до поверхні заготовки, створює розподілену по

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

поверхні силу тертя  $F_{тр}$ . Вказана сила тертя  $F_{тр}$  створює момент тертя  $M_{тр}$ , врівноважуючий момент  $M_{об}$ .

Таким чином, виконується вимога рівноваги.

$$M_{тр} \geq M_{об}$$

або

$$M_{тр} = K_{зап} \cdot M_{об}$$

де  $M_{тр}$  – момент тертя, створювані силами закріплення;

$M_{об}$  – обертовий момент, створювані силами різання;

$K_{зап}$  – коефіцієнт запасу.

Згідно підручника: Справочник технолога-машиностроителя: справочник. В 2-х т. Т.2 / Под ред.: А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с. Можна розрахувати силу закріплення  $W$  за даними сторінки 83, таб. 8:

$$W = \frac{2 \cdot K_{зап} \cdot M_{об}}{D_{об} \cdot (f_2 + \frac{f_1}{\sin \alpha})} \quad (7.2)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя. Приймаю  $f_1 = f_2 = 0,16$  [2];

$$\alpha = 45^\circ$$

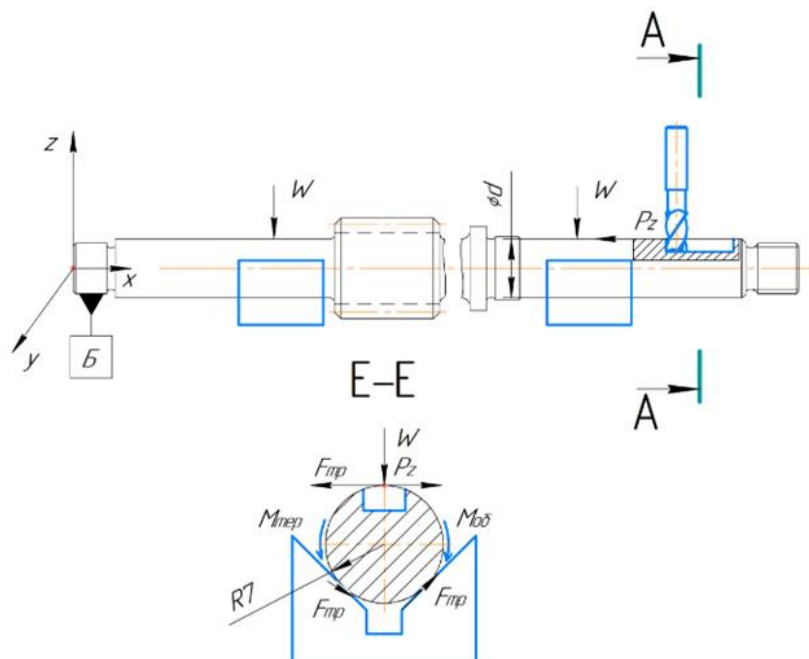


Рисунок 7.2 – Схема дії сил

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 18510228-00 ПЗ

Арк.

85



Обертний момент  $M_{об}$ , що відбувається за рахунок сил різання можна розрахувати за формулою:

$$M_{об} = P_z \cdot R \quad (7.3)$$

де  $R$  – радіус, на якому прикладена тангенціальна складова сили різання  $P_z$ . Згідно рис. 3.1 приймаю  $R = 7$  мм.

В результаті попередніх розрахунків визначено, що значення тангенціальна складова сили різання  $P_z = 550$ Н.

Отже,

$$M_{об} = 550 \cdot 0.007 = 3.8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Коефіцієнт запасу  $K_{зап}$  розраховуємо за формулою:

$$K_{зап} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где  $K_0 = 1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,0$  – коефіцієнт враховує збільшення сил різання за рахунок випадкових нерівностей та оброблюваних поверхнях;

$K_2 = 1,15$  – коефіцієнт, характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту;

$K_3 = 1,0$  – коефіцієнт, враховує збільшення сил різання при преривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$  – коефіцієнт, характеризує постійність сили закріплення в ЗМ. При використанні пневмо- та гідроциліндру подвійної дії.;

$K_5 = 1,0$  – коефіцієнт, характеризує ергономіку ручних ЗМ. При зручному розміщення та малому куті повороту рукоятки.;

$K_6 = 1,0$  – коефіцієнт, враховує тільки при наявності моментів, намагаючи повернути заготовку, установлену плоскою поверхнею на постійні опори. При установці заготовки на штучні опори.

В результаті отримаю:

$$K_{зап} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,725.$$

Приймаю коефіцієнт запасу  $K_{зап} = 2,5$ .

Так, силу закріплення визначаю за формулою:

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

$$W = \frac{2 \cdot K_{\text{зан}} \cdot M_{\text{об}}}{D_{\text{об}} \cdot \left(f_2 + \frac{f_1}{\sin \alpha}\right)} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 3,8}{0,014 \left(0,16 + \frac{0,16}{\sin 45^\circ}\right)} = 3513 \text{ Н.}$$

7.4 Вибір механізованого приводу закріплення заготовки та розрахунку його параметрів

В якості механізованого приводу закріплення заготовки пропоную використовувати пневмокамеру односторонньої дії. При цьому тягуче робоче зусилля на штоку привода, визначаюче силу закріплення заготовки, буде забезпечувати при подачі зжатого повітря в штокову порожнину циліндра. Повернення поршня з штоком привода в вихідне положення буде забезпечуватися повернення пружиною.

Діаметр пневмокамери односторонньої дії при подачі стисненого повітря в штоковій порожнині циліндра можна розрахувати за формулою:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{(Q+Q_1) \cdot 16}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}}{1,7} \quad (7.4)$$

де  $W$  – зусилля закріплення заготовки.

$Q$  – сила на штоку пневмокамери. З урахуванням співвідношення плечей прихвата маємо  $Q = W/2 = 3513/2 = 1756,5 \text{ Н}$ ;

$Q_1$  – сила, що розвиває зворотня пружина  $Q_1 = 200 \text{ Н}$ ;

$\rho$  – Тиск повітря в пневмокамері  $\rho = 0,4 \text{ МПа}$ ;

$\eta$  – Коефіцієнт корисної дії пневмокамери  $\eta = 0,9$

Тоді маю:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{(1756,5+200) \cdot 16}{\pi \cdot 0,4 \cdot 0,9}}}{1,7} = 97,86 \text{ (мм)}.$$

Вибираю найближчий більший стандартний діаметр пневмокамери  $D_\phi = 125 \text{ мм}$ .

Фактичне значення сили на штоку пневмокамери та відповідно фактичне значення сили закріплення заготовки розрахую за формулою:

$$Q_\phi = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot \rho \cdot \eta}{16} - Q_1$$

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d=0,7 \cdot D$$

Отже

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (D + 0,7D)^2 \cdot \rho \cdot \eta}{16} - Q_1 =$$

$$= \frac{\pi \cdot (1,7 \cdot 125)^2 \cdot 0,4 \cdot 0,9}{16} - 200 = 2992 \text{ (Н)}$$

Отже отримую фактичне зусилля закріплення заготовки:

$$W_{\phi} = 2990 \cdot 2 = 5984 \text{ (Н)}$$

### 7.5 Розрахунок точності пристрою

Виконую розрахунок точності пристрою з точки зору можливості рівномірності глибини пазу. Глибина паза задана розміром  $3^{+0,1}$  мм. Допуск нерівномірності глибини паза частково може бути обумовлений як допуск на відхилення паралельності основи пазу відносно центральної вісі заготовки. Приймаю його значення в розмірі допуску на розмір  $T = \frac{0,6 \cdot 0,1}{16} \cdot 140 = 0,525$  мм. Приймаю  $T = 0,5$  мм. Основним параметром, визначаючим положення вісі заготовки, встановленої на призмі відносно поверхні столу є відхиленням від паралельності вісі призми відносно основи корпусу пристрою. Його допустиму величину розрахую, як точність пристрою за формулою.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\phi})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2} \quad (7.5)$$

де  $T$  – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру;

$K_T = 1,2$  – коефіцієнт, враховуючий можливе відхилення від нормального закону розподілу окремих складових рівняння;

$K_{T1} = 0,85$  – коефіцієнт враховуючий зменшення граничного значення погрішності базування при роботі на налаштованих верстатах;

$\varepsilon_{\phi} = 80$  – погрішність базування;

									Арк.
									88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>				

$\varepsilon_z = 10$  – погрішність закріплення;

$\varepsilon_y = 0$  – погрішність установки;

$\varepsilon_{и} = 0$  – погрішність зносу встановлених елементів пристрою;

$\varepsilon_{п} = 0$  – погрішність установки та перекосу інструменту на верстаті;

$K_{T2} = 0,6$  – коефіцієнт враховуючий можливість утворення погрішності обробки;

$\varepsilon_{поз} = 0$  – похибка позиційності;

$\omega = 50$  мкм. – середня економічна точність обробки;

$$\varepsilon_{пр} = 525 - 1,2 \sqrt{(0,85 \cdot 80)^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 50)^2 + 0}$$

= = 435 мкм = 0,435 мм.

З урахуванням отриманих даних приймаю допуск на відхилення від паралельності в границях 0,4 мм (як найближче найменше значення допуску з стандартного ряду).

### 7.5 Опис будови й принципу дії пристрою

Опис будови й принципу дії присрою.

Спроектований верстатний пристрій складається з корпусу 3, у внутрішній центральній частині якого вмонтовано пневмокамеру. Остання являє диск 2, до якої приєднана мембрана 5 та кришка 4 зі штоком 10. На штоку 10 між диском 2 і верхньою частиною пневмокамери встановлено пружину 7 та кільце 22. Нижня робоча порожнина пневмокамери за допомогою гвинтів 18 і шайб 29 закривається кришкою 4. У верхній частині штока 10 пневмокамери за допомогою гайок 20 та 21 і шайб 27 та 28 і стрижня 9 закріплений прихват 6. Призми 23 закріплені до стійки 8 за допомогою гвинта 16 та штоку 25. У нижній частині корпусу 3 гвинтами 19 закріплені дві призматичні шпонки 30, за допомогою яких пристрій базується в Т-подібних пазах столу зубодовбального півавтомата моделі 5140.

Пристрій працює таким чином.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Оброблювана заготовка встановлюється поверхнями  $\varnothing 14$  на дві призми. Потім в нижню порожнину пневмокамери через отвір подається повітря, що переміщує диск 2 з кришкою 4 та мембраною 5, штоком 10 і стрижнем 9 вгору. В результаті, останній здійснює підняття прихвату, який затискає заготовку до призм 23. Після обробки пазу в заготовці в зворотній послідовності відбувається її розкріплення. При цьому, краном управління перекривається подача повітря в нижню порожнину пневмокамери, в результаті чого під впливом зворотної пружини 7 диском 2 з кришкою 4 та мембраною 5, штоком 10 і стрижнем 9 переміщуються вниз, звільняючи від тиску прихвату 6 на заготовку, який притискав заготовку і звільняють від закріплення заготовку.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В даній роботі був виконаний аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений технологічний процес обробки деталі «Черв'як 600.01.01», який входить до складу складальних одиниць Таль ручна.

Проведено аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі.

Був визначений тип виробництва – середньосерійний. В якості заготовки була прийнята штамповка на ГKM.

Виконано аналіз існуючого типового технологічного процесу, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювальних інструментів на операціях 060 токарна з ЧПК і 070 Фрезерна з ЧПК.

Були проведені розрахунки режимів різання для даних операцій та норми часу за табличним методом.

Спроектовано верстатний пристрій на операцію 070 Фрезерна з ЧПК, розроблено та обґрунтовано схему закріплення та тип силоутворюючого механізму, проаналізовано структуру полів збурюючих та зрівноважуючих сил, зробили опис пристрою та принцип його роботи.

					<b>TM 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 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.

2. 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.: іл.

3. Методичні вказівки до практичних робіт із курсів «Теоретичні основи технології виготовлення та складання машин» та «Технологія машинобудування» для студентів напряму 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / укладачі: В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2004. – 76 с.

4. Ишуткин В.И. Технологическая надежность системы СПИД. – М.:Машиностроение, 1973. – 186 с.

5. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.

6. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

7. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

8. ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

9. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/ П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; под общ. Ред. В. М. Плескача. – К.: Выща шк., 1991. – 247 с.

10. ГОСТ 7505-89 «Поковки сталіні штамповані. Допуски, припуски і ковальські напуски».

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Довідник технолога - машинобудівника. У 2-х т. Т. 1 / За ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., Перероб. і доп. - М.: Машинобудування, 1985. 656 с., іл.

12. 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., ил.

13. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт виконуваних на металорізальних верстатах з ЧПК. - Ч.1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточні, свердлильні, довбальні і фрезерні верстати. – Москва: Машинобудування, 1974. – 416 с.

14. Барановський Ю.В. Режими різання металів. Довідник. Вид. 3-е, пререраб. і доп. М.: Машинобудування. 1972. - 408 с., іл.

15. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

16. Кирилюк Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. 135., 3 ил., 26 табл.

17. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.

18. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с.

19. Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

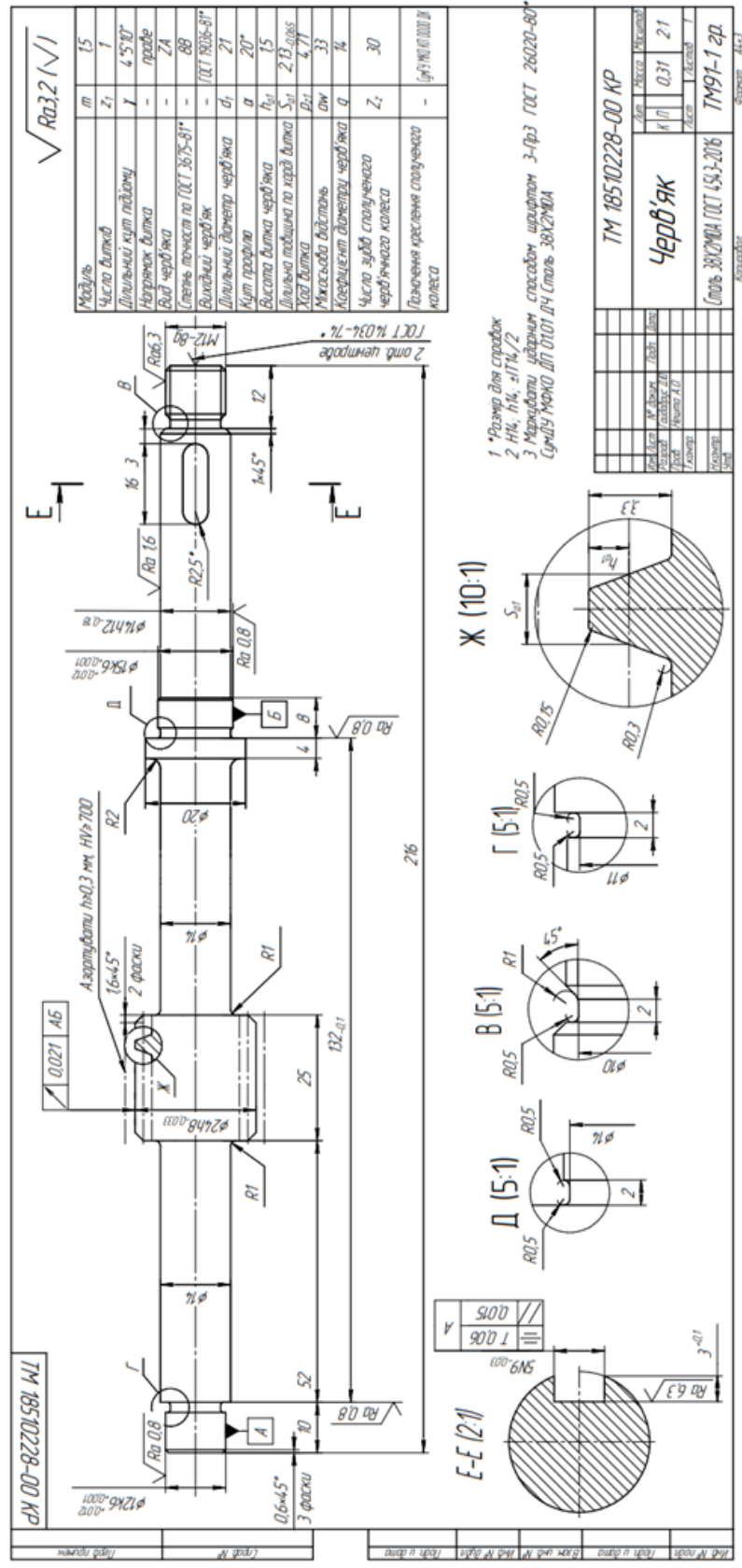
20. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз’яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					<b>TM 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# ДОДАТОК А

## Робоче креслення деталі «Черв'як 600.01.01»



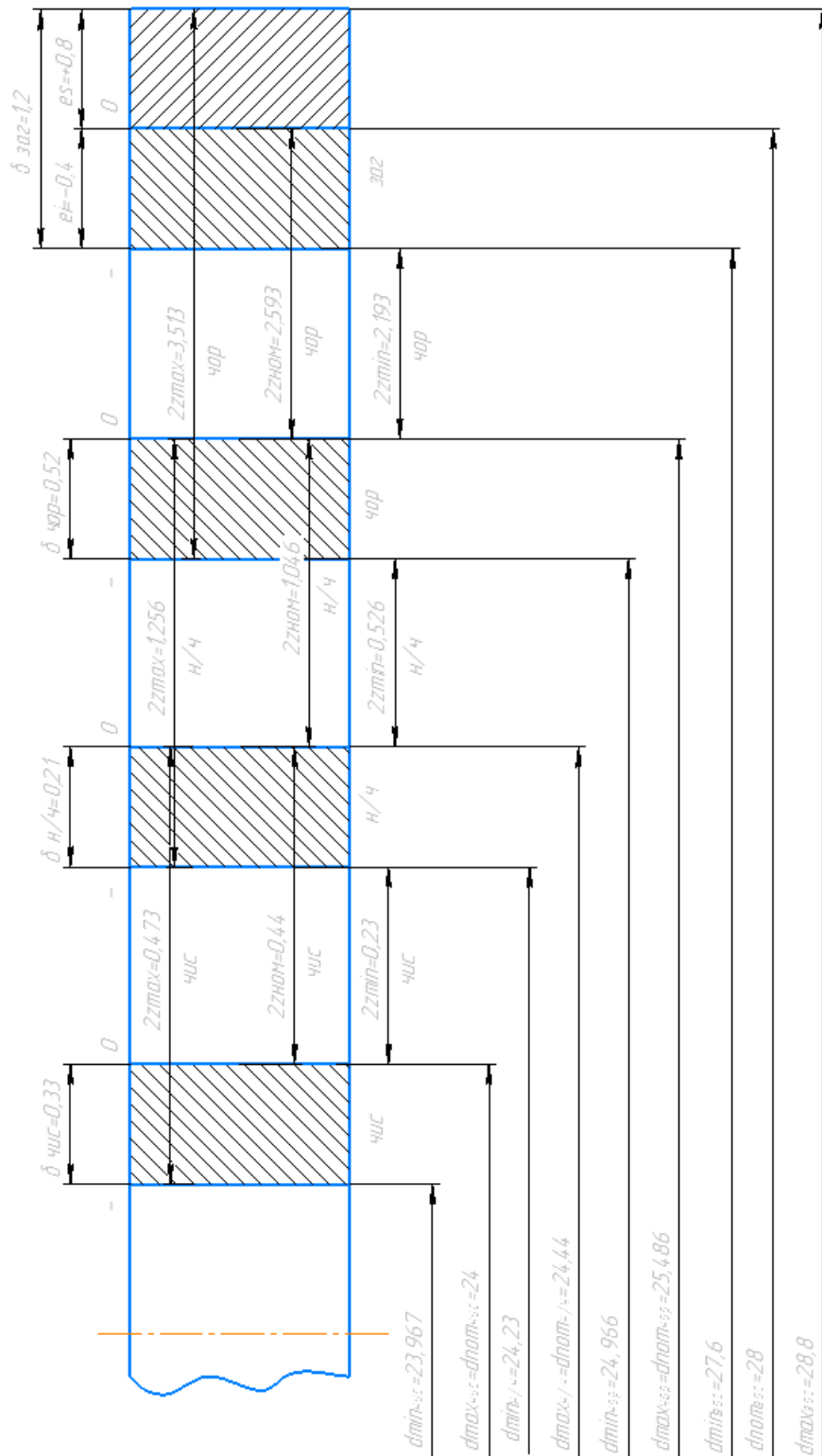
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

TM 18510228-00 ПЗ



# ДОДАТОК В

Схема розташування припусків і допусків на розмір  $\varnothing 24h8$



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

TM 18510228-00 ПЗ

Арк.

96



Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Прим.
				<u>Стандартні вироби</u>		
		16		Гвинт М5-6дх16 ГОСТ 11738-84	4	
		17		Гвинт М8-6дх12 ГОСТ 11738-84	2	
		18		Гвинт А. М6-6дх20 ГОСТ 1491-80	2	
		19		Гайка М12х1,25-6Н ГОСТ 15522-70	2	
		20		Гайка М10-6Н ГОСТ 15521-70	2	
		21		Кільце 022-026-20-2-4 ГОСТ 9833-73	1	
		22		Призма 7033-0032 ГОСТ 12195-66	2	
		23		Рим болт М8 ГОСТ 4751-73	2	
		24		Шайба С. 12.37 ГОСТ 11371-78	2	
		25		Шайба 7019-0394 ГОСТ 13438-68	1	
		26		Шайба 7019-0414 ГОСТ 13439-68	1	
				ТМ 18510228-00 ПЗ		2
Змін	Арк.	№ докум.	Підп	Дата		

					ТМ 18510228-00 ПЗ		Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			98



## ДОДАТОК Д

### 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. [20]

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.

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

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101



- 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;
- 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, пристроїв або технологічних процесів;

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

– 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 різновиду 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, корпуса електродвигунів, насосів.

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

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

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:

- 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.

					<b>ТМ 18510228-00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105