

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології машинобудування,

верстатів та інструментів

\_\_\_\_\_ В. О. Залого

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ОПРАВКИ P2-00675.00.01**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.05050201 – Інженерна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

В. С. Обруч

Керівник

С. С. Ємельяненко

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

Суми – 2019

## РЕФЕРАТ

Записка: 75с., 12 табл., 16 рис., 20 джерел

Об'єкт розробки: деталь «Оправка» P2-00675.00.01

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Оправка» P2-00675.00.01

В даному дипломному проекті за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» був виконаний аналіз службового призначення виробу, яким є коронка з оправкою та деталі «Оправка» P2-00675.00.01.

Визначені тип виробництва та форма його організації, а також виконано аналіз технологічності конструкції деталі. Обрано раціональний метод отримання заготовки – поковка на горизонтально-кувальних машинах, як найбільш раціональний. Проаналізовані технологічні операції токарна з ЧПК та координатно-розточувальна з ЧПК, обґрунтовані схеми базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на даних операціях. Також виконаний розрахунок припусків на діаметральний розмір  $\varnothing 40f7$ . Виконані розрахунки режимів різання для аналізованих операцій та їх технічне нормування.

Також спроектований верстатний пристрій для установа і закріплення заготовки на фрезерно-центрувальну операцію, та виконана карта операційного налагодження на вищевказану операцію.

Також виконано розділ охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, що стосується пожежної охорони промислових підприємств.

**ОПРАВКА, ОПЕРАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ.**

## Зміст

Вступ.....	4
1 Аналіз службового призначення машини, вузла деталі. Опис конструктивних особливостей деталі і умов її експлуатації.....	5
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	9
3 Визначення типу виробництва, форми його організації та розрахунок партії випуску .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір і обґрунтування способу отримання вихідної заготовки.....	22
6 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	26
6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь .....	26
6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки .....	31
6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів.....	35
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	37
6.5 Розрахунок режимів різання .....	39
6.6 Технічне нормування операцій.....	47
7 Проектування верстатного пристрою .....	50
8 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	62
Висновки .....	69
Список використаної літератури .....	70
Додаток А. Заводське креслення деталі.....	72
Додаток Б. Розрахунок припусків аналітичним способом .....	73
Додаток В. Специфікації на верстатний пристрій.....	74

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектування технологічного процесу виготовлення оправки Р2-00675.00.01	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Обруч</i>						3	73
<i>Пров.</i>	<i>Ємельяненко</i>					<i>СумДУ, ТМЗ-41к</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Денисенко</i>							
<i>Утв.</i>	<i>Залога</i>							



## **1 Аналіз службового призначення машини, вузла деталі. Опис конструктивних особливостей деталі і умов її експлуатації**

Запропонована деталь «Оправка» P2-00675.00.01 входить у вузол «Коронка з оправкою» P2-00675 і є його основною частиною. Даний вузол є самостійним виробом та призначений для прорізання канавки на корпусі «Крейцкопфа» НТК6-10-01 для запобігання саморозкручування шпильки. Відгвинчування шпильки може призвести до рознімання з'єднання шатуна з крейцкопфом та поломки всього компресора.

Вузол «Коронка з оправкою» P2-00675 складається з оправки, двох шпонок, що кріпляться за допомогою гвинтів М8-6gx16.56 ГОСТ 11738-84 в пазах оправки. Шпонки призначені для передачі крутного моменту з оправки на коронку. До складу вузла також входить коронка, що має різальні кромки та безпосередньо виконує прорізання канавки, а також стопорний гвинт М8-6gx12.14 ГОСТ 1478-93 для запобігання падіння коронки під дією сили тяжіння.

Вузол «Коронка з оправкою» встановлюють на радіально-свердлильний верстат 2М58. Базування вузла та передача крутного моменту проходить безпосередньо по конусу Морзе №5, що є на оправці. Конічне з'єднання типу Конус Морзе має властивість до самогальмування. Верстат 2М58 також має конічний отвір шпинделя Морзе №5, тому перехідних оправок непотрібно.

Даний виріб також може бути встановлений на інших свердлильних верстатах, що мають відповідний конус шпинделя та мають достатню потужність приводу головного руху. Також виріб може бути встановлений на фрезерних та токарних верстатах за потреби.

Для зміни форми та розмірів канавки можна замінити коронку та отримати потрібну канавку.

Область застосування виробу «Коронка з оправкою»:

- обробка канавок на корпусах «Крейцкопфа»;
- обробка канавок на деталях, де необхідно запобігти самовідгвинчуванню шпильок з різью М36 з кроком 4 мм;

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5



Поверхні 3,5,17,19 - допоміжні конструкторські бази, по яким базуються шпонки, штифт та коронка.

Поверхні 1,2,4,6, 7, 8,10,12,13,14,15,16,19 - вільні поверхні, фаски призначені для полегшення складання і видалення гострих кромek небезпечних для людини, а також поверхні галтелей, що зменшують внутрішні концентратори напружень та інші поверхні що визначають габаритні розміри деталей, але не є виконавчими.

Розглянемо базування деталі у виробі (рис. 1.2) та заповнимо відповідні таблиці 1.3-1.4.

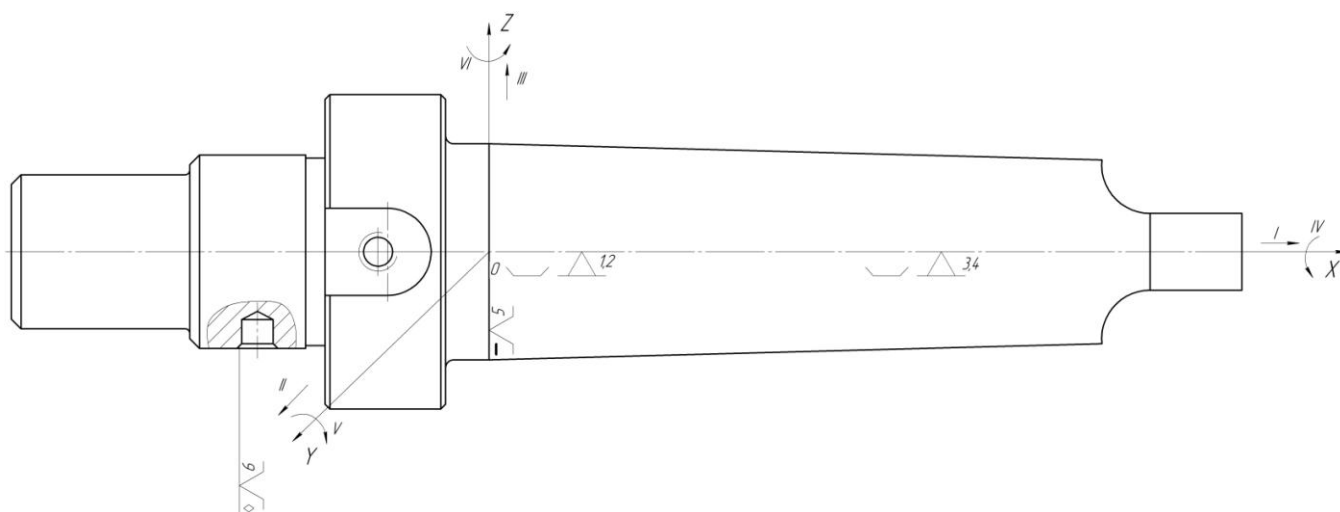


Рисунок 1.2- Схема базування деталі

Таблиця 1.3- Таблиця відповідностей

Зв'язок	Ступінь вільності	База
1,2,3,4	II, III V, VI	Подвійна-напрямна
5	I	Опорна
6	IV	Опорна

Таблиця 1.4- Матриця зв'язків

	x	y	Z	
<i>l</i>	0	1	1	ПНБ
<i>α</i>	0	1	1	
<i>l</i>	1	0	0	ОБ
<i>α</i>	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	ОБ
<i>α</i>	1	0	0	

Умови роботи деталі «Оправка» – це високі крутні моменти, тому деталь проходить термічну обробку.

Умови експлуатації.

Деталь «Оправка» при роботі в вузлі відчуває ударні і циклічні навантаження, які виникають у момент різання. Навантаження сприймає вся деталь.

Деталь і виріб вцілому експлуатується в помірних умовах в діапазоні температур від -20 до + 55 ° С.

Сама деталь і виріб при роботі створюють шум на рівні 10-20 Дб.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		8





шорсткість за критерієм Ra 0,8 мкм тому, що дана поверхня є основною конструкторською базою для деталі і допуск посадки, а отже і зазор, який впливає на точність центрування повинні бути якомога менше, тому 7-й квалітет поверхні і шорсткість за критерієм Ra 0,8 мкм цілком обгрунтовані конструктором. Також проставлені допуски радіального биття 0,05мм щодо бази Г (конусу) тому що ці поверхні є конструкторськими базами деталі з якою контактує деталь оправка, тобто можна говорити, що дані вимоги до цих поверхонь обгрунтовані конструктором.

В конструкції деталі «Оправка» передбачені два шпонкових пази з різьбовими отворами для базування та закріплення шпонок, а також отвір Ø6,5 для вільного заходження у нього штифта, який забезпечує утримання коронки від падіння, коли оправка знаходиться у вертикальному положенні.

Хвостовик деталі складається з конуса Морзе №5 та лапки. Конус Морзе°№5 призначений для базування оправки у шпинделі верстата та передачі крутного моменту за рахунок сил тертя. Лапка призначена для видалення оправки зі шпинделя за допомогою клина.

Поверхня Ø40f7 призначена для базування коронки на оправці, а поверхня Ø31,8f7 слугує як напрямна, що входить у різьбовий отвір M36x4.

Базування і закріплення деталі є технологічним оскільки на токарних та шліфувальних операціях деталь базується в центрах, а крутний момент передається за рахунок повідкового патрону.

На фрезерних операціях деталь базується по конусу Морзе у ділильній голівці, що має відповідний розмір конуса. Так як деталь на операціях механічної обробки базується в центрах та по конічній поверхні непотрібно проводити точну вивірку деталі при її закріпленні, що зменшує допоміжний час.

Проставлення розмірів на деталі завжди повною мірою дає можливість контролю розмірів на одному установі стандартним вимірювальним інструментом, що є добре з точки зору технологічності. Всі розміри можна

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		10

проконтролювати штангенциркулем та мікрометром, за винятком розміру ширині паза, для якого необхідний спеціальний калібр.

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на шліфувальній та координатно-розточувальній операціях.

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме конус Морзе, та лапка хвостовика. Для отримання конуса Морзе на токарній операції в умовах середньо серійного виробництва доцільно застосовувати верстати з ЧПК. Лапку хвостовика теж краще оброблювати на верстаті з ЧПК.

Способи отримання заготовки можуть бути різні (лиття, пластичне деформування, прокат), так як у технічних вимогах не вказана група поковок, або якісь інші обмеження.

Згідно з технічними вимогами, які вказані на кресленні деталі «Оправка» деталь повинна мати твердість до 35...40 HRC. Це досягається термічною обробкою. Дані вимоги проставлені конструктором обґрунтовані тим, що деталь працює в знакозмінних навантаженнях.

Другим пунктом в технічних вимогах повинно було б бути зазначено, що не вказані граничні відхилення розмірів на кресленні деталі необхідно обробляти з точністю 14-го квалітету. Всі отвори або охоплюють поверхні з полем допуску H14, все вали або охоплюються поверхні з полем допуску h14, а все лінійні розміри з допуском 14-го квалітету і полем допуску симетричним в обидві сторони щодо номінального розміру, таким чином спростилося би креслення.

Третій пункт – центрові отвори типу А по ГОСТ 14034-74. Дана технічна вимога вказується в якості додаткової інформації для зручності щоб не загроможувати креслення.

Четвертий пункт – розміри для довідок. Даний пункт вказує, що на кресленні є розміри, які необхідні для додаткових розрахунків, написання керуючих програм і таке інше.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

Проставлення розмірів на деталі завжди повною мірою дає можливість контролю розмірів на одному установі стандартним вимірювальним інструментом, що є добре з точки зору технологічності. Всі розміри можна проконтролювати штангенциркулем та мікрометром.

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на шліфувальній операції.

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме шпонкові пази та квадрат. Для отримання їхв умовах дріюносерійного виробництва доцільно застосовувати верстати з ЧПК та спеціальні верстатні пристрої.

Способи отримання заготовки можуть бути лише пластичне деформування, так як у технічних вимогах вказана група поковок.

У цілому ж креслення виконане за усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні досить видів та розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12

### 3 Визначення типу виробництва, форми його організації та розрахунок партії випуску

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.}$ , який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконуємо розрахунок, згідно [3].

Початкові дані:

Річна програма випуску виробів  $N = 2000$  штук.

Режим роботи підприємства - у дві зміни.

Дійсний річний фонд роботи обладнання  $F_D = 4029$ , годин.

Для розрахунку необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучному часу виготовлення деталі «Оправка» на механічні операції візьмемо з базового технологічного процесу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Штучний час на механічні операції

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$ , хв
030	Токарно - гвинторізна	40
035	Токарно - гвинторізна	20
040	Вертикально-фрезерна	20
045	Круглошліфувальна	30
055	Токарно - гвинторізна	20
060	Круглошліфувальна	30
065	Вертикально-фрезерна	20

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$



$n = 7$  - число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{\text{сут}} = \frac{60 \cdot F_0}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Коригуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на виготовлення всієї партії:

$$Z = \frac{T_{\text{сп}} \cdot N_{\text{пар}}}{F_3 \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{25,5 \cdot 190}{476 \cdot 0,8} = 32,7.$$

$$F_3 = \frac{F_{\text{сут}}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$\eta_{\text{з.н.}} = 0,8$  - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення:  $Z_{\text{пр}} = 35$ .

$$\text{Тоді число деталей в партії: } N_{\text{пар}} = \frac{F_3 \cdot Z_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{сп}}} = \frac{476 \cdot 35 \cdot 0,8}{25,5} = 484 \text{ шт.}$$

Так як розрахований тип виробництва дрібносерійний, то вибираємо форму організації робіт - групову.

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

Технологічна оснастка в основному універсальна. Велике розповсюдження має універсально-збірна, переналагоджувана технологічна оснащення, що дозволяє значно підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

В якості вихідних заготовок використовується гарячий і холодний прокат, лиття в землю і під тиском, точне лиття, поковки і точні штампування.

Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, так і методами пробних проходів із частковим застосуванням раз-мітки для складних корпусних деталей.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		15

Поряд з робітниками високої кваліфікації, що працюють на складних універсальних верстатах, а також налагоджувальниками використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

Залежно від особливості технології виробництва та обсягу випуску забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, однак при-змінюється і пригін по місцю, компенсація розмірів.

Технологічна документація і нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок.

Різальний інструмент - універсальний і спеціальний. Вимірювальний інструмент – калібри та спеціальний вимірювальний інструмент.

У відповідності з даним типом виробництва і порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, яка характеризується од-норідністю за конструктивно-технологічними ознаками виробів, єдністю засобів технологічного оснащення. У дрібносерійному виробництві технологічний процес диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за окремими певними верстатами. Верстати застосовуються універсал Патерналізм, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегати.

В якості спеціалізованих пристосувань (або інструментів) можуть використовуватися нормалізовані конструкції, пристосування для даної операції.

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

Дрібносерійне виробництво, яке є підвидом (нижчою формою) серійного виробництва, яке в свою чергу є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, а підприємства цього типу випускають в даний час 70% всієї продукції машинобудування країни.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16



#### 4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності деталі «Оправка » за якісними показниками включає в себе:

- оцінка по технологічності матеріалу, з якого виготовлена деталь. Дана деталь виготовлена зі сталі марки 40Х ГОСТ 4543-71, хімічний склад наведено вище в пункті номер 2. Матеріалом заміником для цієї сталі є сталь 45 ГОСТ 1050-88, яка близька до вихідного матеріалу за хімічним складом і фізико-механічними властивостями.

Вартість даного матеріалу невисока, так як сталь легована лише 1% хрому. Даний матеріал не є дефіцитним, що добре для постатчальників.

Дана сталь легована хромом, а тому краще піддається обробці різанням ніж наприклад сталь 45. Змінити матеріал на більш міцний і більш легкий не представляється можливим, так як це призведе до необґрунтованого збільшення собівартості або до того, що деталь не зможе виконувати свої функції у виробі. Так як матеріал деталі недорогий і добре обробляється різанням, то можна зробити висновок, що за цим показником вона технологічна.

- оцінка за технологічністю геометричної форми поверхонь.

На деталі все поверхні прості, які можна обробити як стандартним так і нескладним спеціальним інструментом. На кресленні є такі нетехнологічні конструктивні елементи як шийки валів з високою точністю. Також нетехнологічними елементами є пази.

Також до нетехнологічним елементів можна віднести радіуси та фаски різних розмірів, які хоча і є вільними розмірами, але дещо ускладнюють процес обробки.

Отже по геометричним формам поверхонь деталь є технологічною.

- оцінка технологічності по можливості зміни форми деталі, яка дозволяла б вибрати найвигідніший розкрій матеріалу і можливості використання відходів для виготовлення інших деталей.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

За цим показником деталь є нетехнологічною, так як абсолютно всі поверхні на деталі обробляються, а отже збільшити кількість поверхонь, які не обробляються або зробити якісь поверхні необробленими ми не можемо виходячи зі службового призначення деталі і тих розмірів і тієї точності, які задав конструктор на кресленні.

Заготовку для даної деталі можна отримувати двома методами, а саме вільним куванням на молотах або штампуванням на ГKM (виходячи з конфігурації деталі). В обох випадках заготовка має ступінчасту форму. Все що буде залишатися після обробки цієї заготовки це стружка, яка надалі піде на переплавку. Отже за даним показником деталь нетехнологічна.

- оцінка технологічності конструкції за простановкою розмірів.

Базовою інформацією для оцінки технологічності конструкції по даному пункту є креслення деталі «Оправка». В цілому по простановці розмірів деталь технологічна.

Також на кресленні є точні «класні» розміри:  $\varnothing 40f7$ ,  $\varnothing 31,8 f7$ , а також конус Морзе. Ці розміри, особливо перші два вимагає трьох - чотирьох стадій обробки замість однієї - двох, що робить деталь нетехнологічною.

Також на кресленні є допуски розташування, а саме допуски радіального і торцевого биття  $0,05\text{мм}$ . Витримання цих допусків також несе додаткову трудомісткість в обробку, що нетехнологічно.

В цілому вимога креслення виготовляти деталь з I-ї групи поєвок вважаємо технологічним.

- оцінка технологічності по правильності обґрунтування прийнятих значень граничних відхилень.

Дана оцінка проведена в аналізі технічних вимог докладно з усіма обґрунтуваннями в пункті 2. На основі цього можна зробити висновок, що деталь технологічна по даному показнику.

- оцінка по технологічності заготовки.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		18

В умовах дрібносерійного виробництва способами отримання заготовки виходячи з технічних вимог креслення деталі можуть бути або поковка штампована на ГKM або поковка кована на молотах. Поковка штампована на ГKM має невеликі припуски і за формою нагадує форму майбутньої деталі, тому обробка різанням при знятті невеликих припусків може бути зменшена. Поковка, що отримується вільним куванням на молотах має великі припуски і напуски, що в свою чергу веде до збільшення маси, а отже і істотного збільшення вартості заготовки. Отримання поковки на молотах виконується універсальними інструментами, робочими високої кваліфікації (4-6 розряди), що також збільшує собівартість, а отримання поковок на ГKM може виконуватися робітниками 2-го або 3-го розрядів.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки на КГШП.

Деталь є недостатньо жорсткою, так як відношення  $l / d < 1$  ( $255/40 > 5$ ) (більш докладно в пункті 2). Деталь можна обробляти в універсальних пристроях, але веде до збільшення трудомісткості налагодження, тому на операціях застосуємо спеціальні пристосування. Доступ ріжучого інструменту при обробці на одношпindelних верстатах одним інструментом при послідовній схемі обробці необмежений. При обробці комбінованими інструментами, а також обробці декількома інструментами декількох поверхонь можуть виникнути проблеми.

В цілому конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Кількісний аналіз технологічності деталі.

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{им} = \frac{M}{M_3}, \quad (4.1)$$

де  $M$  – маса готової деталі,  $M = 2,5$  кг

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

$M_3$  – маса заготовки,  $M_3 = 4,1$  кг

$$M_3 = M \cdot K_p = 2,5 \cdot 1,6 = 4,1 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{IM} = \frac{1,6}{4,1} = 0,4$$

Визначення рівня технологічності конструкції по використанню матеріалу:

$$K_{ум} = \frac{K_{б IM}}{K_{IM}}, \quad (4.3)$$

де  $K_{б IM}$  – базовий коефіцієнт використання матеріалу,  $K_{б IM} = 0,2$  (за даними підприємства, на якому виготовлялася деталь);

$$K_{ум} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5.$$

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.4)$$

де  $\sum n_i$  – число розмірів відповідного класу точності;

$T$  – клас точності обробки.

$$\sum n_i = 1 + 1 + 1 + 5 + 1 = 9.$$

$$\sum T \cdot n_i = 9 \cdot 4 + 12 \cdot 2 + 15 \cdot 10 = 205.$$

$$K_m = 1 - \frac{16}{205} = 0,92 > 0,8.$$

За цим показником деталь вважаємо технологічною.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

$$K_u = \frac{1}{\sum \text{Ш}_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum \text{Ш} \cdot n_{im}}, \quad (4.5)$$

де  $\sum n_{im}$  – число поверхонь відповідного класу шорсткості

$$\sum \text{Ш} \cdot n_{im} = 0,8 \cdot 4 + 1,6 \cdot 2 + 6,3 \cdot 10 = 72,4.$$

$$K_u = \frac{16}{72,4} = 0,23 < 0,32.$$

За цим показником деталь є технологічна.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		21

## 5 Вибір і обґрунтування способу отримання вихідної заготовки

Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанта виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі.

Розглянемо варіанти виготовлення заготовки деталі «Оправка», матеріал деталі – сталь 40Х ГОСТ 4543-71:

- прокат – не раціонально застосовувати у серійному виробництві через великі перепади діаметральних розмірів, що знижує використання матеріалу та збільшує трудомісткість чорнової обробки.

- кування на молотах – не раціонально через достатньо складний профіль деталі, адже у серійному виробництві потрібно прагнути до наближення форми заготовки до форми деталі, що можливе при штампуванні.

- лиття – не раціонально застосувати, так як для заданого обсягу випуску треба виготовляти спеціальні форми для лиття, а потім піддавати деталь очистці піском під тиском та видаляти залишки системи лиття. При цьому способі отримання заготовки можуть з'явитись раковини та пори, що негативно вплине на працездатність оправки, адже вона передає крутний момент у процесі роботи, а при цьому треба забезпечити ущільнення волокон матеріалу, що можливо лише при пластичному деформуванні.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

- штампування – дозволяє отримати заготовку з добрими волокнами, що добре позначиться на експлуатаційних характеристиках деталі, а також за формою та розмірами вона буде найбільш наближена до форми деталі.

Серед усіх розглянутих способів отримання приймаємо даний варіант виготовлення заготовки – поковка штампована на горизонтально-кувальних машинах.

Горизонтально-кувальні машини (ГКМ) раціонально застосовувати для виготовлення виробів, що мають дві площини рознімання, до яких належить і дана деталь «Оправка».

Вони відрізняються високою вартістю, але пристосовані для високо механічного та автоматизованого виробництва поковок, забезпечені нижнім і верхнім виштовхувачами. При штампуванні отримують поковки ближчі за формою до готової деталі, ніж при штампуванні на молотах. При штампуванні в штампах для видавлювання витрата металу знижується до 30%, продуктивність праці при подальшій механічній обробці збільшується більш ніж в 2 рази. Цим способом отримують тонкостінні заготовки різні за складністю та за масою (до 15 кг).

В зв'язку з переведенням деталі в серійне виробництво методом отримання заготовки приймаємо поковку штамповану на ГКМ.

Спроектуємо заготовку, одержувану штамповкою на ГКМ:

Визначаємо тип заготовки для вибору припусків і допусків згідно ГОСТ.

а) Для отримання даної заготовки необхідно використовувати горизонтально-кувальну машину.

Клас точності поковки-Т4 [2]. Надалі всі табличні дані братимемо з ГОСТ.

б) Марка сталі заготовки – Сталь 40Х, тому група сталі М2, [2].

в) Ступінь складності поковки визначається зі співвідношення маси поковки ( $M_{пк}$ ) до маси фігури, що описує поковку ( $M_{ф}$ ).

$$\frac{M_{пк}}{M_{ф}}$$

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23





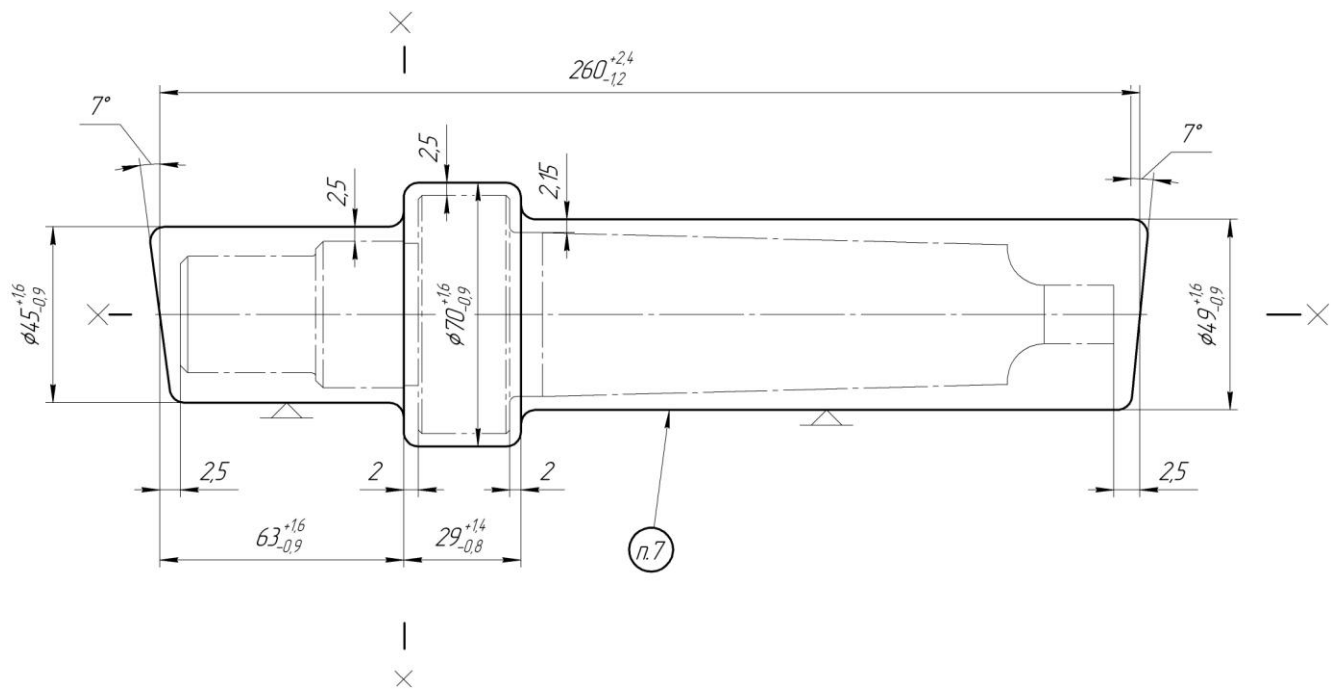


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

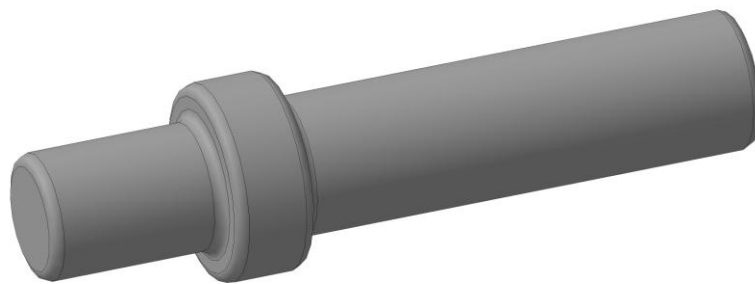


Рисунок 5.2 – Заготовка деталі «Оправка» у КОМПАС 3D

Призначаємо технічні вимоги до поковки:

1. 163...168 НВ.
2. Поковка штампована на ГKM, ГОСТ 7505-89.
3. Клас точності-Т4, група сталі-М2, ступінь складності-С2, вихідний індекс-13.
4. Невказані радіуси закруглень- $R\ 3...5$ мм.
5. Штамповочні ухили - 5-7 .
6. Допустиме зміщення по площині рознімання штампа-0,3мм.
7. Маркувати номер заказа, номер позиції ударним способом шрифтом 3...5 ГОСТ 2930 - 62.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14190014-00.ПЗ

Лист

25

## 6 Аналіз існуючого технологічного процесу

### 6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь

Призначається маршрут обробки даної поверхні, наведений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Маршрут обробки поверхні деталі

Найменування операції (переходу)	Досягнутий квалітет точності, IT	Параметр шорсткості, Ra, мкм
Заготівельна	T4(+1,6;-0,9)	25
Чорнове точіння	h12(0;-0,25)	6,3
Напівчистове точіння	h10(0;-0,1)	3,2
Шліфування	f7(-0,025;-0,05)	0,8

Вибір елементів припусків по переходах:

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару T вибирається з (Л.4 с.186 табл.11):

а) для заготовки Rz=160мкм, T=200мкм

б) по переходах:

- чорнове точіння Rz=40мкм, T=50мкм

- напівчистове точіння Rz=32мкм, T=30мкм

- шліфування Rz=10мкм, T=5мкм

Просторове відхилення форми рзаг:

а) для заготовок штампованих:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (6.1)$$

де  $\rho_{см}$  – величина зміщення, мкм; [4]

$\rho_{кор}$  – величина короблення, мкм.

Із [3] визначаємо числові значення даних величин і за формулою 6.1 розраховуємо просторове відхилення форми:

$\rho_{кор} = 1,0 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм};$

$\rho_{зм} = 1,0 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}.$

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

$$\rho_{\text{заг}} = 1414 \text{ мкм.}$$

Визначення просторових відхилень на кожній з операцій маршруту обчислюються за формулою:

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_{\text{у}}, \quad (6.1)$$

де  $K_{\text{у}}$  - коефіцієнт уточнення (вибирається для кожної стадії) [3];

$\rho_{\text{заг}}$  – просторове відхилення форми заготовки, мкм

$$\rho_{\text{чор}} = 1414 \cdot 0,06 = 85 \text{ мкм};$$

де  $\rho_{\text{чор}}$  – просторове відхилення форми заготовки на операції чорнового точіння, мкм;

$$\rho_{\text{н/ч}} = 1414 \cdot 0,05 = 71 \text{ мкм};$$

де  $\rho_{\text{н/ч}}$  - просторове відхилення форми заготовки на операції напівчистового точіння, мкм;

$$\rho_{\text{чист}} = 1414 \cdot 0,04 = 57 \text{ мкм}$$

де  $\rho_{\text{чист}}$  - просторове відхилення форми заготовки на операції шліфування, мкм.

Похибкою установки заготовки при закріпленні її у центрах, що зроблені на попередній фрезерно-центрувальній операції можна знехтувати  $E_{\text{у}} = 0$  мкм. Розраховують припуски на кожну із стадій обробки:

Розрахунок мінімального припуску ведеться за формулою:

$$2Z_{\text{mini}} = 2(Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{p_{(i-1)}^2 + \sum y_i^2}), \quad (6.2)$$

де  $2Z_{\text{min}}$  – подвоєний мінімальний припуск, мм;

$Rz_{(i-1)}$  – висота мікронерівностей на попередній стадії, мм;

$T_{(i-1)}$  – глибина дефектного шару на попередній стадії, мм;

$\sum y_i$  - похибка установки, мм.

Розрахунок номінального припуску ведеться за формулою:

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

$$2Z_{ні} = 2Z_{міні} + E_i + ES(i-1), \quad (6.3)$$

де  $2Z_{ні}$  - подвоєний номінальний припуск, мм;

$E_i$  – нижнє відхилення розміру на даній операції, мм;

$ES(i-1)$  – верхнє відхилення розміру на попередній операції, мм;

Расчет максимального припуска ведеться по формуле:

$$2Z_{махі} = 2Z_{ні} + ES_i \quad (6.4)$$

де  $2Z_{махі}$  – подвоєний максимальний припуск, мм;

$e_{ii}$  – нижнє відхилення розміру на даній операції.

Шліфування:

$$2Z_{міні \text{ шл}} = 2(32+30 + \sqrt{71^2 + 0^2}) = 266 \text{ мкм (по формулі 6.1);}$$

$$2Z_{н. \text{ шл}} = 266 - 25 + 100 = 341 \text{ мкм (по формулі 6.2);}$$

$$2Z_{мак \text{ шл}} = 341 + 50 = 391 \text{ мкм (по формулі 6.3).}$$

Напівчистове точіння:

$$2Z_{міні \text{ н/ч}} = 2(40+50 + \sqrt{85^2 + 0^2}) = 350 \text{ мкм (по формулі 6.1);}$$

$$2Z_{н. \text{ н/ч}} = 350 + 250 = 600 \text{ мкм (по формулі 6.2);}$$

$$2Z_{мак \text{ н/ч}} = 600 + 100 = 700 \text{ мкм (по формулі 6.3).}$$

Чорнове точіння:

$$2Z_{міні \text{ чор}} = 2(160+200 + \sqrt{1414^2 + 0^2}) = 3548 \text{ мкм (по формулі 6.1);}$$

$$2Z_{н. \text{ чор}} = 3548 + 900 = 4448 \text{ мкм (по формулі 6.2);}$$

$$2Z_{мак \text{ чор}} = 4448 + 1600 + 250 = 6298 \text{ мкм (по формулі 6.3).}$$

Визначення проміжних (міжопераційних) розмірів:

Шліфування:

$$d_{н. \text{ шл}} = 40 - \text{по умові (з креслення)}$$

$$d_{міні \text{ шл}} = d_{н. \text{ шл}} - e_{ішл} \quad (6.5)$$

де  $d_{міні \text{ шл}}$  – мінімальний розмір поверхні після шліфування;

$d_{н. \text{ шл}}$  – номінальний розмір поверхні після шліфування;

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		28

$$d_{\min \text{ шл}}=40-0,05=39,95\text{мм.}$$

$$d_{\max \text{ шл}}=d_{\text{н. шл}}-e_{\text{с шл}} \quad (6.6)$$

де  $d_{\max \text{ шл}}$  – максимальний розмір поверхні після шліфування;

$$d_{\max \text{ шл}}=40-0,025=39,975\text{мм.}$$

Напівчистове точіння:

$$d_{\min \text{ н/ч}}=d_{\max \text{ шл}}+2Z_{\min \text{ шл}} \quad (6.7)$$

де  $d_{\min \text{ н/ч}}$  – мінімальний розмір поверхні після напівчистового точіння;

$$d_{\min \text{ н/ч}}=39,975+0,266=40,241\text{мм.}$$

$$d_{\text{н. н/ч}}=d_{\max \text{ н/ч}}=d_{\min \text{ н/ч}}+e_{\text{і н/ч}} \quad (6.8)$$

де  $d_{\text{н. н/ч}}$  та  $d_{\max \text{ н/ч}}$  – номінальний та максимальний розмір поверхні після напівчистового точіння;

$$d_{\text{н. н/ч}}=d_{\max \text{ н/ч}}=40,241+0,1=40,341\text{мм.}$$

Чорнове точіння:

$$d_{\min \text{ чор}}=d_{\max \text{ н/ч}}+2Z_{\min \text{ н/ч}} \quad (6.9)$$

де  $d_{\min \text{ чор}}$  - мінімальний розмір поверхні після чорнового точіння;

$$d_{\min \text{ чор}}=40,341+0,35=40,691\text{мм.}$$

$$d_{\text{н чор}}=d_{\max \text{ чор}}=d_{\min \text{ чор}}+e_{\text{і чор}} \quad (6.10)$$

де  $d_{\text{н чор}}$  та  $d_{\max \text{ чор}}$  – номінальний та максимальний розмір поверхні після чорнового точіння;

$$d_{\text{н. чор}}=d_{\max \text{ чор}}=40,691+0,25=40,941\text{мм.}$$

Визначаємо розміри заготовки:

$$d_{\min \text{ заг}}=d_{\max \text{ чор}}+2Z_{\min \text{ чор}} \quad (6.11)$$

де  $d_{\min \text{ заг}}$  – мінімальний розмір заготовки;

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		29

$$d_{\min \text{заг}} = 40,941 + 3,548 = 44,489 \text{ мм (по формулі 1.18)}$$

$$d_{\text{н.заг}} = d_{\min \text{заг}} + e_{\text{заг}} \quad (6.12)$$

$$d_{\text{н.заг}} = 44,489 + 0,9 = 45,389 \text{ мм (по формулі 1.19)}$$

$$d_{\max \text{заг}} = d_{\text{н.заг}} + e_{\text{сзаг}} \quad (6.13)$$

$$d_{\max \text{заг}} = 45,389 + 1,6 = 46,989 \text{ мм (по формулі 1.20)}$$

де  $d_{\max \text{заг}}$  – максимальний розмір заготовки.

Визначаю загальний номінальний припуск:

$$2Z_{\text{н.заг.}} = d_{\text{н.заг}} - d_{\text{н.шл.}} \quad (6.14)$$

де  $2Z_{\text{н.заг.}}$  - загальний номінальний припуск

$$2Z_{\text{н.заг.}} = 45,389 - 40 = 5,389 \text{ мм}$$

Схема розташування припусків і допусків для даної поверхні вказана на рисунку 6.1.

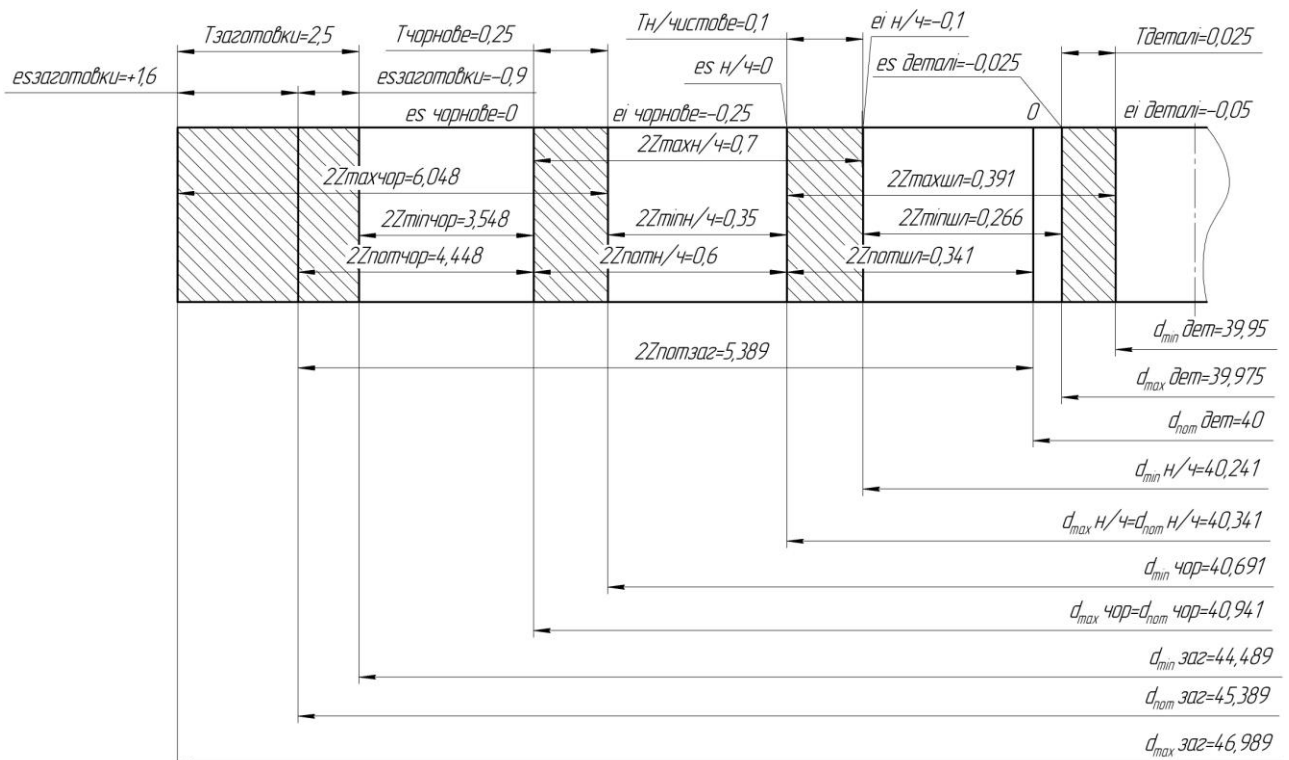


Рисунок 6.1 Схема розташування припусків і допусків для поверхні  $\varnothing 40f7$ .

Дані розрахунків, припусків і допусків на розмір  $\varnothing 40f7$  (-0,025; -0,05) зведені в таблицю 6.2.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

Таблиця 6.2 - Вихідні дані і розрахунки на розмір Ø40f7 (-0,025; -0,05)

Технологічні операції і переходи	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, мкм			Розрахунок розмірів, мм		
	Rz i-1	T i-1	P i-1	E i	2Zmin	2Zn	2Zmax	dmin	dnom	dmax
Заготовка	-	-	-	-	-	-	-	44,489	45,389	46,989
Чорнове точіння	160	200	1414	0	3,548	4,448	6,048	40,691	40,941	40,941
Напівчистове точіння	40	50	85	0	0,35	0,6	0,7	40,241	40,341	40,341
Шліфування	32	30	71	0	0,266	0,341	0,391	39,95	40	39,975

## 6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базірова-ня, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиков, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередній розмірний зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Для розгляду та аналізу у цьому пункті було обрано токарну операцію, на якій за базовим технологічним процесом обробляються деталь:

Для операції розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягтися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схеми базування заготовки на токарній з ЧПК операції 020 приведені на рисунках 6.2-6.3.

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування:

Приймаємо одну схему базування у центрах, так як іншу схему реалізувати неможливо у зв'язку з тим, що обробка валів на токарних операціях виконується в центрах завжди майже. Дана схема передбачає подвійну-напрямну та опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності. На першому варіанті приймаємо базування за допомогою плаваючого і обертового центрів, а у другому – жорсткого і обертового.

У даному випадку точність лінійних розмірів визначається похибкою базування тому розглянемо похибку на найбільш точний лінійний розмір 28js14:

- за варіантом 1:  $\varepsilon_{\phi 28} = 0,05 < T_{28} = 0,52$  мм, - браку не виникатиме;
- за варіантом 2:  $\varepsilon_{\phi 28} = 0,05 + 1 = 1,05 > T_{28} = 0,52$  мм, - брак виникатиме.

Отже приймаємо варіант базування 1 з плаваючим центром.

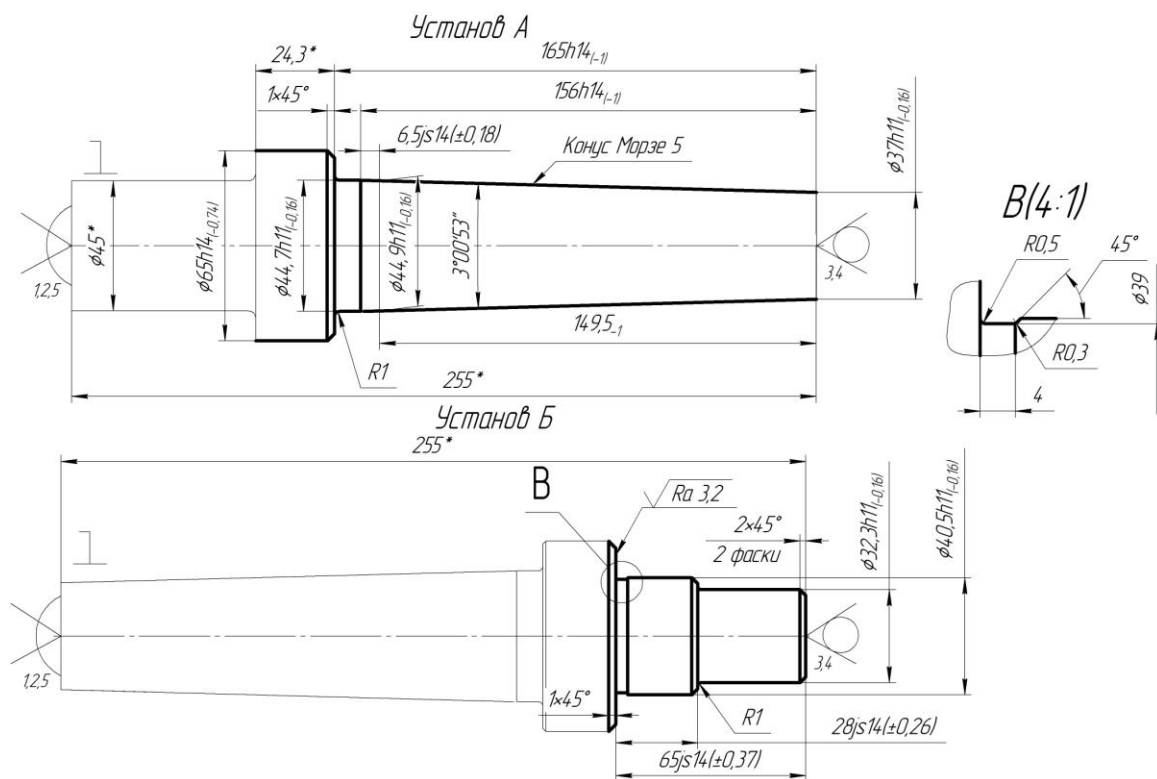


Рисунок 6.2- Схема базування заготовки на токарній з ЧПК операції (перший варіант)

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



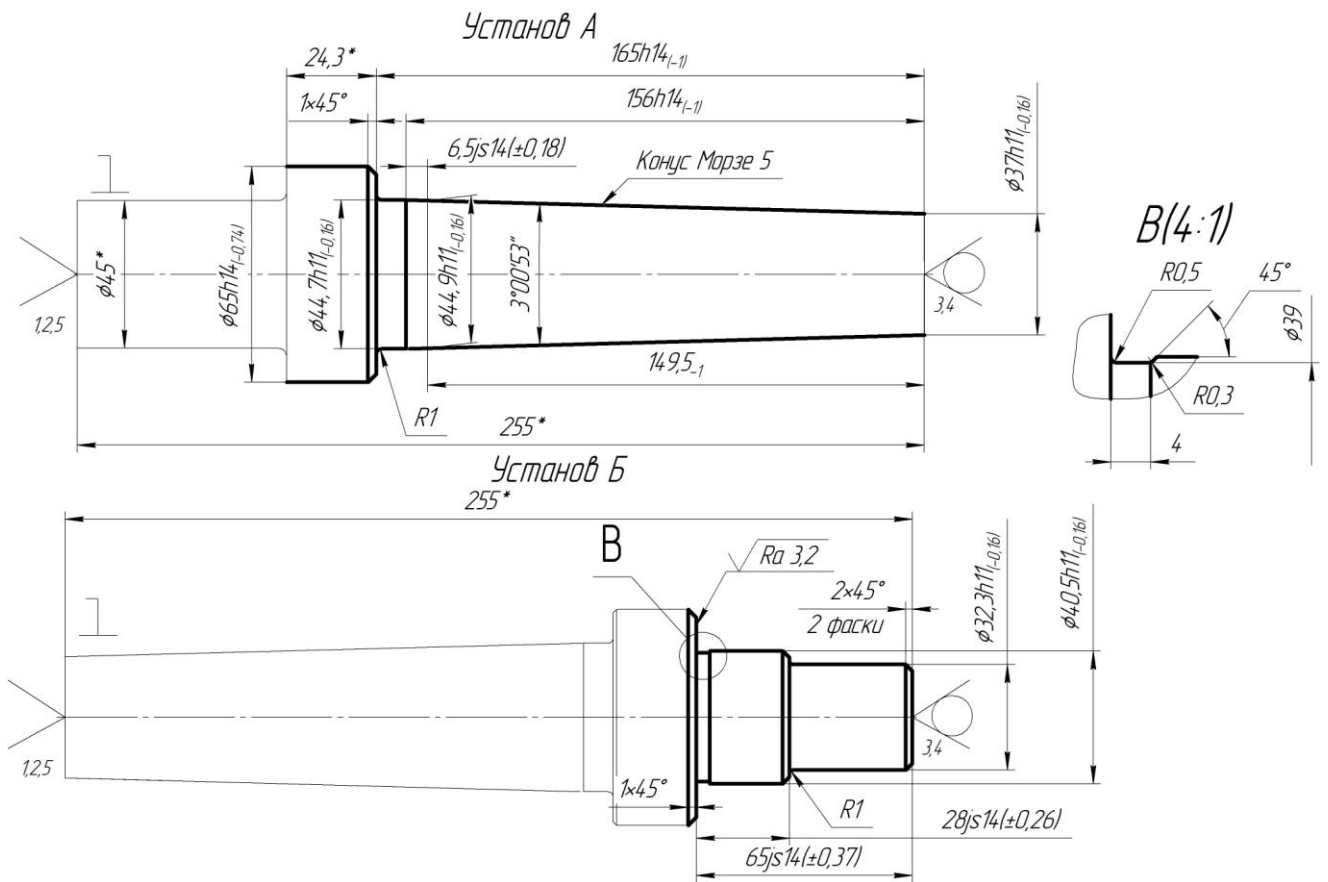


Рисунок 6.3- Схема базування заготовки на токарній з ЧПК операції (другий варіант)

Схеми базування заготовки на вертикально-фрезерній з ЧПК операції 040 приведені на рисунках 6.4-6.5.

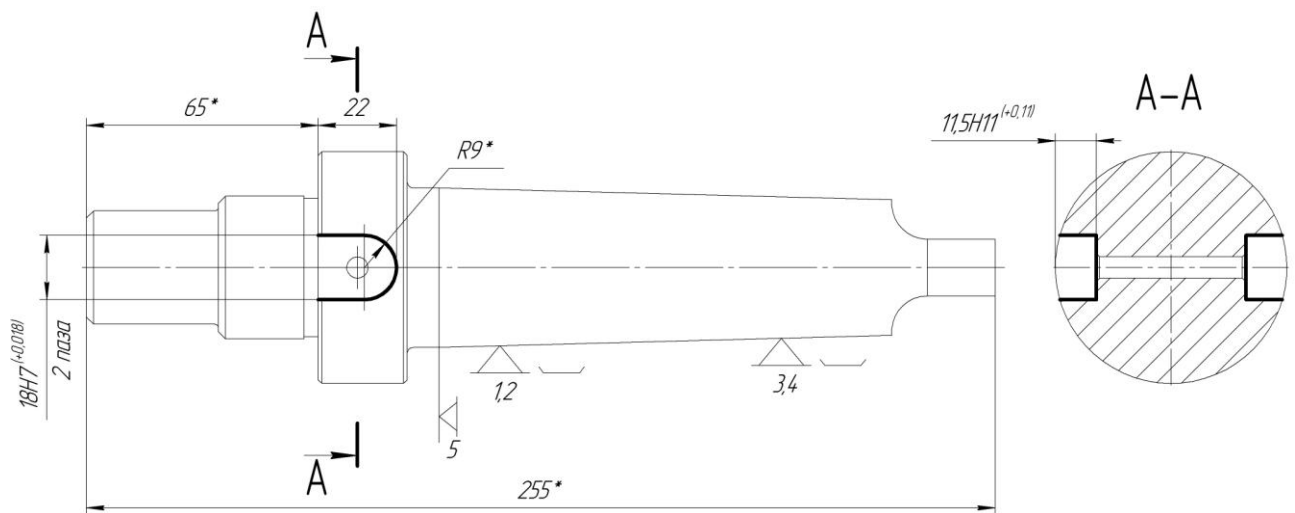


Рисунок 6.4 - Схема базування заготовки на координатно-розточувальній з ЧПК операції (перший варіант)

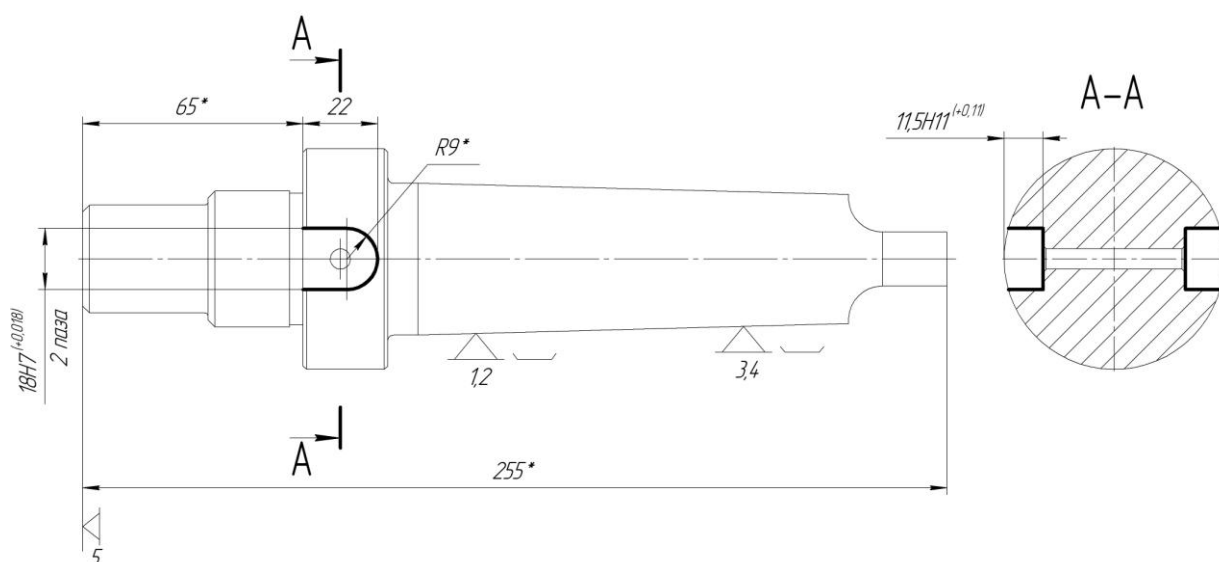


Рисунок 6.5 - Схема базування заготовки на координатно-розточувальній з ЧПК операції (другий варіант)

Для визначення, який варіант з точки зору досягнення точності краще розрахуємо похибку базування:

Приймаємо одну схему базування у призмах, так як іншу схему реалізувати неможливо у зв'язку з тим, що лише дві циліндричні поверхні на даному установі можна використати як подвійну-напряму базу, а саме зовнішні циліндричні поверхні конуса Морзе і одну поверхню як опорну базу – торець конуса Морзе і у другому варіанті – лівий торець деталі. Дана схема передбачає подвійну-напряму та опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності.

У даному випадку забезпечуються лише два розміри на операції: ширина пазу 18 та його глибина 11,5, а також довжина 22. Так як ширина пазу забезпечується інструментом - фрезою за програмою, а глибина керуючою програмою, то похибку будемо визначати лише для розміра 22.

Похибка базування:

$$\varepsilon_{622} = T_{255} = 0,8 > T_{22} = 0,25 \text{ мм} - \text{брак виникатиме};$$

По другому варіанту:

$$\varepsilon_{622} = T_{65} = 0,2 < T_{22} = 0,25 \text{ мм} - \text{браку не буде.}$$

Отже приймемо варіант номер 2, який до того ж і забезпечить найбільшу жорсткість при обробці.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

### 6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів

Металоріжучий верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

Токарна з ЧПК операція 020

Для обробки циліндричних поверхонь на підприємстві застосовувався токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62. Враховуючи умови дрібносерійного виробництва, більш доцільно застосовувати верстат, який дозволить проводити обробку більш продуктивно, а саме 16Р20Ф3 з системою ЧПК «WL4».

Пристрій числового програмного керування (ПЧПК) «WL4» -це адаптивна контурна система управління сімейства WL, призначена для управління фрезерними, токарні, свердлильні верстатами, які оснащені регульованими кроковими приводами подач. Ця система призначена для обслуговування зовнішніх пристроїв, введення - виведення, редагування КП та її обробки, розрахунок циклів обробки та видачі керуючих сигналів на технологічне обладнання.

Цей верстат призначений для різних типів токарної обробки заготовок. Головною перевагою є можливість установки різних типів ЧПК - замкнуті, розімкнуті. Для цього в конструкції передбачені контактні роз'єми. Число керованих координат при виконанні формоутворення обмежено двома.

Верстат 16Р20Ф3 призначений для токарної обробки деталей типу тіл обертання в замкнутому напівавтоматичному циклі в умовах серійного та малосерійного виробництва. При потребі систему можна вмонтовувати в гнучкий виробничий модуль (ГВМ) за умови модернізації коробки швидкостей. Клас точності верстата – Н за ГОСТ 8 – 82.

Технічна характеристика верстата:

- а) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом– 220 мм;
- б) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною– 440 мм;

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		35

- в) найбільша довжина оброблюваної заготовки - 1500мм;
- г) частота обертання шпинделя- 10...2000хв-1;
- д) число частот обертання шпинделя - 25;
- е) межі робочих подач (поздовжніх та поперечних): 0,01-16 мм/об;
- ж) потужність електродвигуна головного привода, кВт – 11;
- з) найбільша допустима сила приводу подач верстата по осям X,Z – 6000 Н
- і) точність позиціонування по осям X, Z – 0,01 мм.
- к) маса з шафою ЧПК, кг: 3800.

Застосовуючи верстат з ЧПК можливо значно підвищити продуктивність праці, полегшити умови праці робітника, також значно підвищується точність оброблюваних поверхонь у порівнянні з базовим варіантом верстата.

#### Координатно-розточувальна з ЧПК операція 040

Для обробки пазів на підприємстві застосовувався координатно-розточувальний верстат 2E450. Враховуючи умови дрібносерійного виробництва, більш доцільно застосовувати верстат, який дозволить проводити обробку більш продуктивно, а саме 2E450ВФ4 з ЧПК.

Верстат 2E450ВФ4 призначений для свердління, зенкерування, розвертання, нарізання різі, фрезерування деталей із сталі, чавуну і кольорових металів в умовах дрібносерійного і середньо серійного виробництва. Оснащений магазином з автоматичною зміною інструмента, дозволяє виконувати координатну обробку деталей типу: кришок, фланців, панелей і т. д. без попередньої розмітки і застосування кондукторів.

#### Технічні характеристики верстата 2E450ВФ4:

Розміри робочої поверхні столу, мм 800x630

Виліт шпинделя, мм 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 300

Найбільше переміщення столу:

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

- Поздовжнє, мм 600

- Поперечне, мм 500

Найбільший діаметр:

свердління в сталі, мм 20

фрезерування, мм 100

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об / хв 1 - 8000

Подача:

- Шпинделя, мм / хв 1 - 3000

- Стола, мм / хв 1 - 3000

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,001

Число Т-подібних пазів 5

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 6,5

Габаритні розміри, мм 2150x1900x2320

Маса верстата, кг 3200.

Застосовуючи обробний центр з ЧПК можливо значно підвищити продуктивність праці (у 3-4 рази), полегшити умови праці робітника (при зменшенні його кваліфікації), також значно підвищується точність оброблюваних поверхонь у порівнянні з базовим варіантом верстата.

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

Виходячи з типу виробництва (дрібносерійне) найбільш доцільно застосовувати систему універсально складальних пристосувань (УСП) згідно ГОСТ 14.305-73.

Для установки і закріплення деталі на операції 020 в якості пристроїв використовуємо універсальне пристосування – центр плаваючий ГОСТ 2576-79,

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		37

центр обертовий А-1-5-Н ГОСТ 8742-75. Центра були обрані, враховуючи дрібносерійний тип виробництва. В даному пристосуванні шляхом нескладного переналагодження можуть оброблятися деталі подібні заданій (вали з  $l / d > 5$ ).

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі прогресивні ріжучі інструменти, взамін інструментів з напайними пластинами:

- Різець прохідний упорний PCLNR2525K12 із T5K10 - для чорнового точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

- Різець прохідний упорний PCLNR2525K12 із T5K10 - для напівчистового точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців.

- Різець карнавочний спеціальний із T5K10 – для канавки.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 ТУ 38 - 101197 - 76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в різцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 020 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент, а саме штангенциркулі ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89, ШЦ-І-125-0,05 ГОСТ 166-89, застосування якого обумовлено дрібносерійним типом виробництва, а також шаблони на конус та канавку. Даними інструментами можна проконтролювати всі розміри.

Інструмент був підібраний з умови, щоб ціна поділки була менше 0,33 найменшого допуску розміру на даній операції, контрольованого штангенциркулем. Ціна поділки штангенциркуля 0,05 мм, а третя частина допуску на контрольований розмір 0,055 мм (розмір мм), що задовольняє умові.

Операція 040 – координатно-розточувальна з ЧПК.

Для фрезерування пазів будемо використовувати:

- спеціальний верстатний пристрій, що дозволить реалізувати схему базування (у призмах та по поверхні отвору деталі).

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

- фреза кінцева Ø10 Т15К6 ГОСТ 17026-71 діаметром 10 мм та довжиною робочої частини 25 мм. Матеріал ріжучої частини – твердий сплав Т15К6. Кількість зубів  $z=4$ .

- патрон цанговий 6162-4002-04 ГОСТ 25827-85.

Для вимірювання точності обробки пазів використаємо:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ГОСТ 166-89 та калібр пазовий спеціальний на ширину паза 18Н7.

Інструмент був підібраний з умови, щоб ціна поділки була менше 0,33 найменшого допуску розміру на даній операції, контрольованого штангенциркулем. Ціна поділки штангенциркуля 0,1 мм, а третя частина допуску на контрольований розмір 0,15 мм (розмір мм), що задовольняє умові. Пазовий калібр дозволяє виміряти точність паза 18Н7 виходячи зі свого призначення.

### 6.5 Розрахунок режимів різання

Режими різання аналітичним способом для операції 020 - токарна чорнова:

Дано:  $D = 46$  мм,  $d = 42$  мм,  $L = 36$  мм, матеріал – 40ХН, ріжучий інструмент із матеріалу Т5К10. Операційний ескіз зображено на рис. 6.2.

Алгоритм визначення режиму різання:  $t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow n \rightarrow T_o$ .

Визначаємо глибину різання ( $t$ )

$$z = \frac{D - d}{z} = (46 - 42) / 2 = 2 \text{ мм} - \text{шар металу який необхідно зняти};$$

$$t = z / 1 = 2 / 1 = 2 \text{ мм} - \text{глибина різання};$$

Визначаємо подачу ( $S$ )

$$S_{\text{таб}} = (0,4 - 0,8) \text{ мм/об}$$

Приймаємо  $S_{\text{таб}} = 0,6$  мм/об ;  $S_{\text{верст}} = 0,6$  мм/об.

Усі поправочні коефіцієнти дорівнюють одиниці, тому до уваги їх не беремо.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

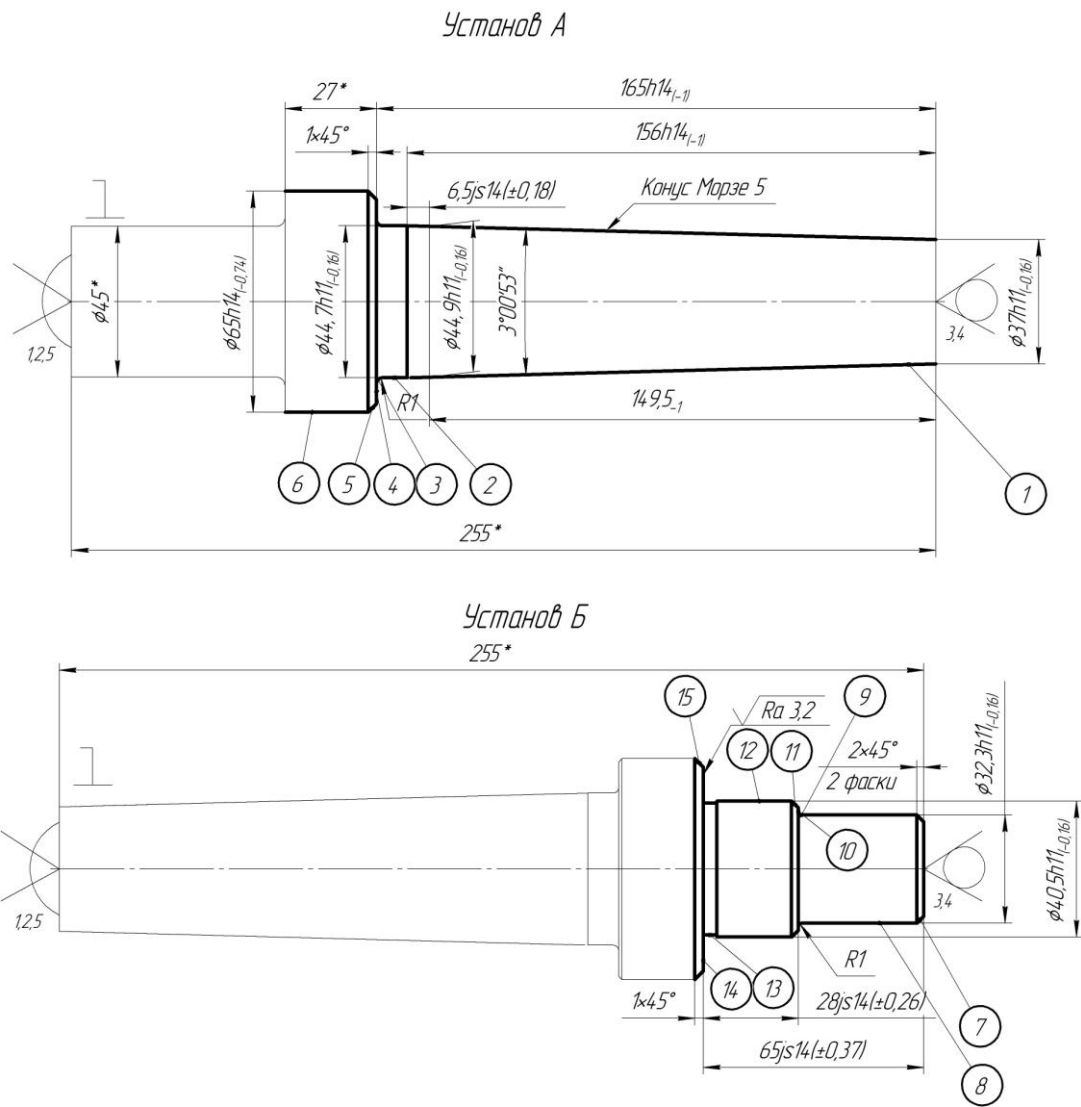


Рисунок 6.2 – Ескіз токарної з ЧПК операції 020

Розрахуємо швидкість різання( $V$ )

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \quad (6.13)$$

Вибираємо необхідні дані з [5]

$$C_v = 217 \quad m = 0,2$$

$$X = 0,15 \quad T = 30 \text{ хв}$$

$$y = 0,15$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv}$$

$K_{nv}$  – вплив поверхні на швидкість;

$K_{iv}$  – вплив інструмента на швидкість;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



$K_{MV}$  – вплив матеріалу на швидкість.

Приймаємо

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^1 = 0.77 ,$$

згідно [4]

$$K_{iv} = 0,65 \quad K_{nv} = 0,9$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv} = 0.77 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,45$$

Знаходимо розрахункову швидкість за формулою:

$$V = \frac{217 \cdot 0,45}{30^{0,2} \cdot 3,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,15}} = 101 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 101}{\pi \cdot 46} = 1242 \text{ об/хв.}$$

За паспортними даними верстата приймаємо найближчу частоту 1200 об/хв та перераховуємо швидкість різання.

$$V = \frac{\pi \cdot 46 \cdot 1200}{1000} = 91,6 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо силу різання  $P_z$

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^{X_{pz}} \cdot S^{Y_{pz}} \cdot V^{n_{pz}} \cdot K_{pz}, \quad (6.15)$$

де  $C_{pz} = 300$  ;  $X_{pz} = 1$  ;  $Y_{pz} = 0,75$  ;  $n_{pz} = -0.15$  , згідно [5]

$$K_{pz} = K_{мпz} \cdot K_{фpz} \cdot K_{Ypz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{гpz}$$

$$K_{мпz} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1.22 ; \quad (6.16)$$

$$\text{де } K_{фpz} = 0.98; \quad K_{гpz} = 0,93$$

$$K_{Ypz} = 1,0;$$

$$K_{\lambda pz} = 1,0;$$

$$K_{pz} = K_{мпz} \cdot K_{фpz} \cdot K_{Ypz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{гpz} = 1.22 \cdot 0.98 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1.11$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 102^0 \cdot 0,776 \approx 270 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання  $N_{різ}$

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{270 \cdot 91,6}{1020 \cdot 60} = 4,5 \text{ кВт}$$

Визначаємо коефіцієнт використання верстата за потужністю:

Потужність верстата з урахуванням ккд:

$$N_{ум} = 11 \cdot 0,85 = 8,9,$$

де  $N_{дв} = 8,9$  кВт – потужність двигуна головного руху з урахуванням ккд;

$\mu = 85\%$  - ккд верстата;

$(4,5 < 8,9)$  – потужності верстата вистачить для обробки.

Визначаємо основний час, тобто час на безпосередню обробку за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_M} i, \quad (6.16)$$

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

де  $L = 36+2+2=40$  мм - довжина обробки з урахуванням врізання (перебігу немає);

$i=1$  – кількість проходів.

Основний час визначаємо за формулою 5.6:

$$T_o = \frac{40 \cdot 1}{1200 \cdot 0,6} = 0,08 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків режимів різання та основного часу по даній операції зводимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Параметри режимів обробки на операцію 020

№ поверхні	t, мм	S, мм/об	Vф, м/хв	nф, об/хв	L, мм	i	To, хв
Установ А							
1(конус начорно)	2	0,5	83,1	630	158	2	1
2(циліндр начорно)	2	0,5	83,1	630	9	2	0,06
6(циліндр начорно)	2	0,5	138,4	630	30	1	0,1
1(конус напівчисто)	0,5	0,32	105,5	800	158	1	0,62
2(циліндр напівчисто)	0,5	0,32	105,5	800	9	1	0,04
3 (радіус напівчисто)	0,5	0,32	107,2	800	1	1	0,01
4 (торець напівчисто)	0,05	0,32	158,3	800	8	1	0,03
5 фаска 1x45	1	0,32	163,3	800	1,5	1	0,01
6 (циліндр напівчисто)	0,5	0,32	163,3	800	27	1	0,09
Установ Б							
8(циліндр начорно)	2	0,5	78,6	630	39	2	0,25
12(циліндр начорно)	2	0,5	80,3	630	30	1	0,1
14(торець начорно)	1,5	0,5	138,4	630	9	1	0,03
7(фаска 2x45 напівчисто)	2	0,32	81,1	800	4	1	0,02
8(циліндр напівчисто)	0,35	0,32	81,1	800	35	1	0,14
9 (радіус напівчисто)	0,5	0,32	84,4	800	1	1	0,01
10 (торець напівчисто)	0,05	0,32	92,9	800	1,35	1	0,01
11 фаска 2x45	2	0,32	103	800	2,5	1	0,015
12 (циліндр напівчисто)	0,25	0,32	103	800	25	1	0,1
14 (торець напівчисто)	0,05	0,32	158,3	800	8	1	0,03
15 фаска 1x45	2	0,32	163,3	800	3	1	0,015
13 (канавка)	4	0,07	81,1	630	2	1	0,05
$\Sigma T_o$							2,73

Операція 040 координатно-розточувальна з ЧПК

Розрахунок аналітичним методом для фрезерування пазів 18 мм.

Дано:

Геометричні параметри фрези:

- головний кут в плані  $\varphi = 90^{\circ}$ ;
- число зубів фрези  $z=4$ ;
- матеріал фрези - твердий сплав Т15К6;
- діаметр фрези  $d=10\text{мм}$ ;

Глибина різання  $t = 0,5\text{мм}$ .

Ширина фрезерування  $B=11,5\text{мм}$ . Операційний ескіз зображено на рис. 6.3.

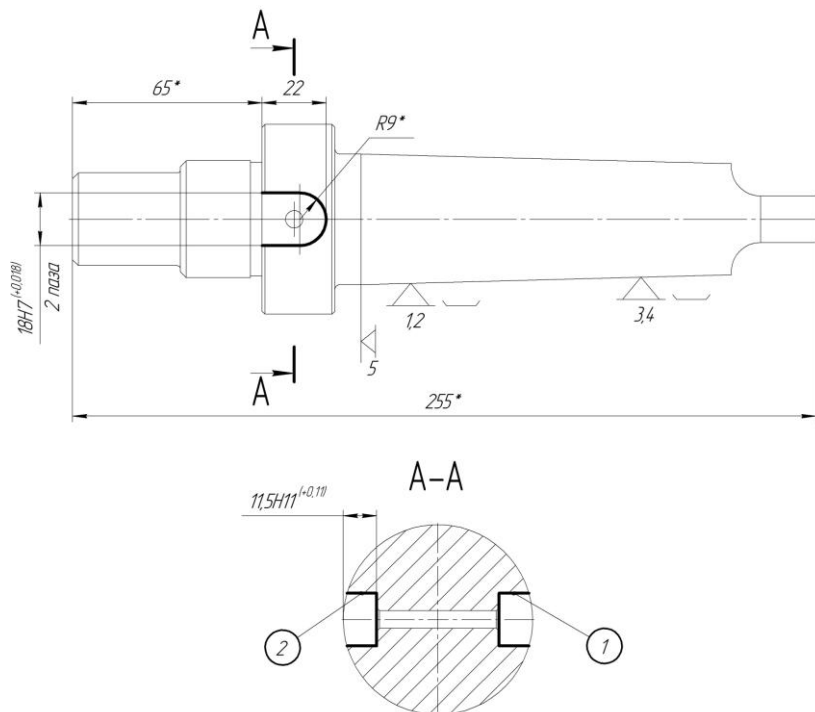


Рисунок 6.3 – Ескіз координатно-розточувальної з ЧПК операції 040

Подача при фрезеруванні:

$S_z = 0,02$  мм/зуб - таблична подача на зуб при чорнової стадії обробки, що залежить від групи матеріалу, діаметра фрези і глибини різання [5];

Оборотна подача:

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (6.17)$$

$$S_0 = 0,02 \cdot 4 = 0,08 \text{ мм/об.}$$

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Швидкість різання при фрезеруванні:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (6.18)$$

де  $C_v = 108$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$q=0,2$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$y=0,3$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$x=0,06$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$u=0,3$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$p=0,1$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$m=0,27$  – коефіцієнт у формулі швидкості різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$T=90$  хв – період стійкості фрези при обробці сталі 40Х [5];

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови обробки.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (6.19)$$

де  $K_{MV}$  - поправочний коефіцієнт на оброблюваний матеріал [5];

$K_{IV} = 1$  - поправочний коефіцієнт на інструментальний матеріал [5];

$K_{IIV} = 1$  - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки [5].

Коефіцієнт  $K_{MV}$  визначаємо за формулою:

де  $n_v = 1,0$  - показник ступеня, що враховує групу сталі по оброблюваності (для фрезерування) [5];

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

$$K_{MV} = 1 \cdot \left( \frac{750}{520} \right)^{1,0} = 1,16.$$

Визначаємо загальний поправочний коефіцієнт  $K_v$  по формулі 6.19:

$$K_v = 1,16 \cdot 1 \cdot 1 = 1,16.$$

Визначаємо швидкість різання  $V$  по формулі 5.2:

$$V = \frac{108 \cdot 5^{0,2}}{90^{0,27} \cdot 5^{0,06} \cdot 0,05^{0,3} \cdot 1^{0,3} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,16 = 57,77 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя для забезпечення допустимої швидкості різання по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 57,77}{\pi \cdot 10} \approx 1150 \text{ об/хв.} \quad (6.19)$$

Подачу  $S=0,06$  мм/об і частоту обертання шпинделя  $n=1150$  об/хв не округляємо до паспортних даних, так як даний верстат має безступінчасте регулювання частот обертання і подач.

Визначити силу різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (6.21)$$

де  $K_p = K_{MP} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n = 0,792$  - коефіцієнт, що враховує вплив якості

оброблюваного матеріалу на силові залежності [5];

$C_p=82$  - коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$q=0,86$  – коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$u=0,6$  – коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$x=0,75$  – коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

$w=1$  – коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

$w=0,1$  – коефіцієнт у формулі сили різання, що залежить від оброблюваного матеріалу, інструментального матеріалу [5];

Визначити силу різання по формулі 5.5:

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 5^{0,75} \cdot 0,02^{0,6} \cdot 1^1 \cdot 3}{10^{0,86} \cdot 1150^{0,1}} \cdot 0,792 = 15,7 \text{ Н.}$$

Найбільша сила подачі столу верстата 4000 Н, отже сили виникають при обробці привід подач витримає.

Потужність різання при фрезеруванні:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{15,7 \cdot 57,77}{1020 \cdot 60} = 0,31 \text{ кВт}, \quad (6.22)$$

Потужність різання при фрезеруванні не перевищує потужності верстата  $N = 0,21 < N_{ст} \cdot \eta = 6,5 \cdot 0,9 = 5,75 \text{ кВт}$ , отже обробка можлива.

Визначаємо основний час  $T_o$  по формулі:

$$T_o = \frac{48 \cdot 1}{1150 \cdot 0,08} = 0,52 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.3 – Параметри режимів обробки координатно-розточувальної з ЧПК операції

№ поверхні	t, мм	S, мм/об	Vф, м/хв	пф, об/хв	L, мм	i	То, хв
1(фрезерування чистове)	0,25	0,08	57,77	1150	48	1	0,52
2(фрезерування чистове)	0,25	0,08	57,77	1150	48	1	0,52
$\Sigma T_o$							1,04

## 6.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування операцій здійснюємо згідно вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Метою даного нормування є визначення норми штучно - калькуляційного часу на операції.

Дані про режими різання беремо з попереднього пункту.

Основний час на операції складається з сум основних часів на окремих переходах.

Визначаємо допоміжний час, для операції 020, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.21)$$

де  $T_{уст} = 0,5$  хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 0,4$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 1,7$  хв - час на вимірювання [5].

$T_d = 0,5 \cdot 2 + 0,4 + 1,7 = 3,1$  хв.

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.22)$$

$$T_{оп} = 2,73 + 3,1 = 5,83 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 5,9 \cdot 0,04 = 0,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{в}. \quad (6.23)$$

$$T_{шт} = 5,9 + 0,4 = 6,3 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/N, \quad (6.24)$$



де  $T_{п.з} = 35$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 52$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 6,3 + 35/52 = 6,47 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції 040, за формулою 6.21:

де  $T_{уст} = 1,2$  хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 1,1$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 0,5$  хв - час на вимірювання [5].

$$T_{д} = 1,2 + 1,1 + 0,5 = 2,8 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою 6.14:

$$T_{оп} = 1,42 + 2,8 = 4,22 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} 4\% = 4,22 \cdot 0,04 = 0,16 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою 6.15:

$$T_{шт} = 4,22 + 0,16 = 4,38 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою 6.26:

де  $T_{п.з} = 30$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 190$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 4,38 + 30/190 = 5,05 \text{ хв.}$$

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

## 7 Проектування верстатного пристрою

Проектування верстатного пристрою на фрезерно-центрувальну операцію.

В дипломному проєкті розробляється пристрій для обробки деталі – «Оправка» для операції 015 , що виконується на фрезерно-центрувальному верстаті моделі МР-71.

Впровадження розроблюваного пристосування дасть можливість встановлювати деталь на операції без попередньої вивірки, за рахунок використання спеціального установчих елементів – призм та упору. Торець уступу, який притискається до упору дозволить при базуванні деталі на ньому отримувати однакові лінійні розміри на усіх деталях партії без здійснення операції прив'язки інструментів для кожної деталі.

Жорсткість пристосування дозволить використовувати максимальну потужність верстата. Жорсткість пристосування повинна забезпечуватись шляхом розрахунків на міцність конкретних елементів конструкції, де виникають найбільші напруження, та збільшувати розміри цих елементів, таким чином зменшуючи напруження у них, та як наслідок підвищуючи жорсткість усього пристосування.

Можливість швидкого затиску та розтиску деталі досягається за рахунок використання силових приводів пневматичної дії. Для цього у конструкції верстатного пристосування необхідно передбачити наявність пневмокамери або пневмоциліндру. Швидкість затиску та розтиску деталі дозволить зменшити допоміжний час на операції.

Конструкція пристосування забезпечуватиме зручність та безпеку в роботі. Для цього при проектуванні кожного з елементів верстатного пристосування необхідно прагнути до збільшення кількості округлень та зменшення кількості гострих граней та кутів, при контакті з якими можуть виникнути травми.

Матеріали деяких деталей пристосування.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Матеріали деталей та елементів верстатного пристосування деталей призначаємо таким чином, щоб забезпечити вимогам механічних навантажень, які будуть на них діяти та відсутності хімічних реакцій між цими елементами, середовищем та деталями.

Всі матеріали для виготовлення деталей пристосування мають бути зносостійким та міцними і не в якому разі - крихкими.

Тому для деталей, що будуть рухомими між собою обираємо сталь яка має поверхнєве зміцнення, що збільшить термін служби деталі, а також при цьому деталь буде мати в'язку структуру, що при ударах краще сприймає динамічні навантаження ніж деталь, що має об'ємне загартування.

Матеріали корпусних деталей обираємо з точки зору найменшої собівартості конструкції пристосування при забезпеченні ним необхідної точності. Тобто, якщо конструкція корпусу складна то обираємо у якості матеріалу чавун, так як він має гарні ливарні властивості, а якщо форма корпусу проста, то обираємо сталь, що гарно піддається зварюванню. Зварна конструкція буде дешевшою, адже непотрібно виготовляти спеціальні ливарні форми.

Базування заготовки в розробляемому пристрої. Визначення похибки базування.

Дане пристосування застосовується для установки і закріплення групи деталей, близьких за конструктивно-технологічним розмірах, способів обробки і за спільністю настановних поверхонь.

При базуванні деталі в пристосуванні на фрезерно-центрувальній операції (рис. 7.1) деталь позбавляється 5 ступенів волі. мають місце дві технологічні бази: подвійна напрямна, що виникає на двох циліндричних поверхнях деталі (позбавляє 4-х ступенів волі), та опорна база, що виникає на торцеві поверхні уступу Ø70 (позбавляє однієї ступені волі).

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

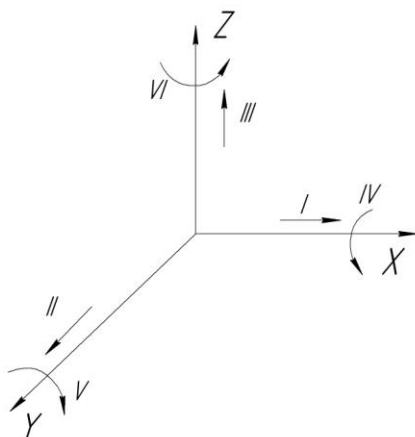
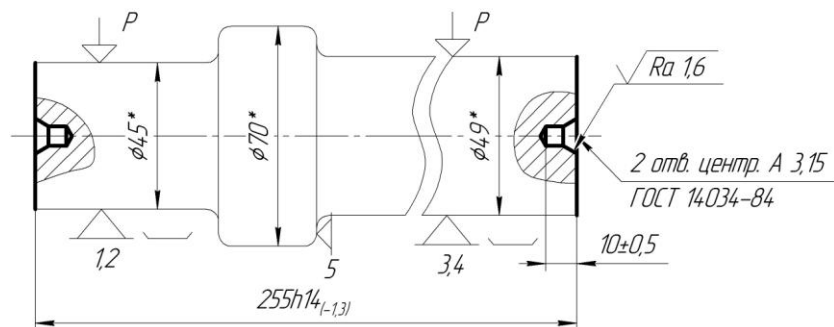


Рисунок 7.1 - Схема базування заготовки в пристосуванні

Зв'язки, забезпечувані базами, та позбавлені ступені волі наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
ПНБ	1,2,3,4	II, III, V, VI
ОБ	5	I,

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків.

	X	Y	Z	
ПНБ	0	1	1	↔
	0	1	1	○
ОБ	1	0	0	↔
	0	0	0	○

Заміняю теоретичну схему базування установчими елементами пристосування.

Подвійною-напрямною базою будуть призми, а опорною – жорсткий упор.

Схема встановлення деталі в установчих елементах пристосування, наведена на рисунку 7.2.

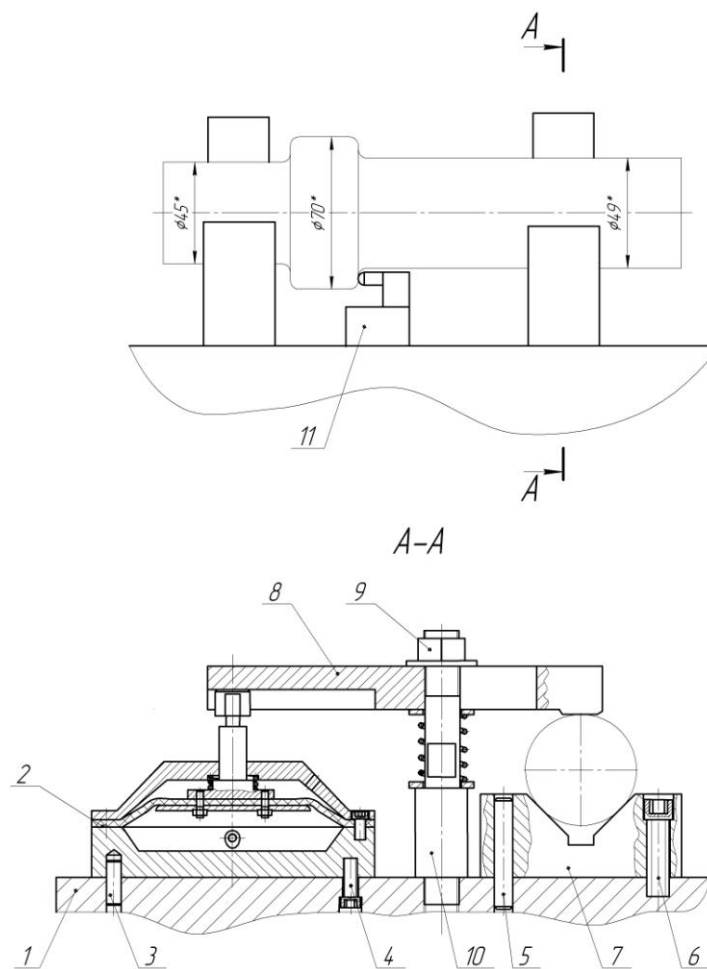


Рисунок 7.2 – Деталь, встановлена у призми.

- 1 – Корпус пристосування
- 2 – Пневмокамера
- 3 – Штифт
- 4 – Гвинт
- 5 – Штифт
- 6 – Гвинт
- 7 – Призма
- 8 – Прихват
- 9 – Гайка
- 10 – Шпилька
- 11 – Упор

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14190014-00.ПЗ

Лист

53

В процесі проектування верстатного пристосування дотримуємося правила вибору баз, стабільного взаємного положення заготовки і ріжучого інструменту при обробці, зручного встановлення, контролю і зняття деталі, а також умов, що забезпечують безпеку роботи і обслуговування даного пристосування.

При проектуванні верстатного пристосування проводи розрахунок похибки базування в залежності від способу установки заготовки за загальноприйнятими формулами.

При розробці конструкції верстатного пристосування необхідно прагнути до зменшення часу на установку і знімання оброблюваної деталі, до підвищення режимів різання.

Визначаємо похибку базування.

Похибка базування при обробці даної деталі буде дорівнювати 0, так як габаритний розмір буде виконуватись одразу двома фрезами, та буде залежати лише від точності настройки фрез, що за нормативними даними складає 0,5 мм. Глибина та діаметр центрових отворів забезпечуються настройкою верстата та точністю інструмента (центровочного свердла) відповідно.

Допустима похибка обробки лінійного розміру 255h14 з креслення деталі  $\epsilon_{\text{дон}} = 1,3$  мм.

З умови базування:

$\epsilon_{\text{дон}} \geq \epsilon_{\delta}$ ,  $1,3 \geq 0,5$  – умова виконується, звідси виходить, що при обробці торців при даному базуванні буде досягнута необхідна точність.

Розрахунок сил затиску заготовки.

При проектуванні верстатного пристосування необхідно особливу увагу приділити вибору затискних пристроїв і розрахунку сили затиску оброблюваних заготовок. Сила затиску повинна забезпечити надійне закріплення заготовок у пристосуванні і не допускати зсуву, повороту або вібрацій заготовки при обробці.

Розрахуємо силу затиску заготовки, яка необхідна для обробки деталі на фрезерно-центрувальній операції. Для цього накреслимо схему дії сил різання та сил затиску, що діють на заготовку в процесі обробки (рис. 7.3).

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

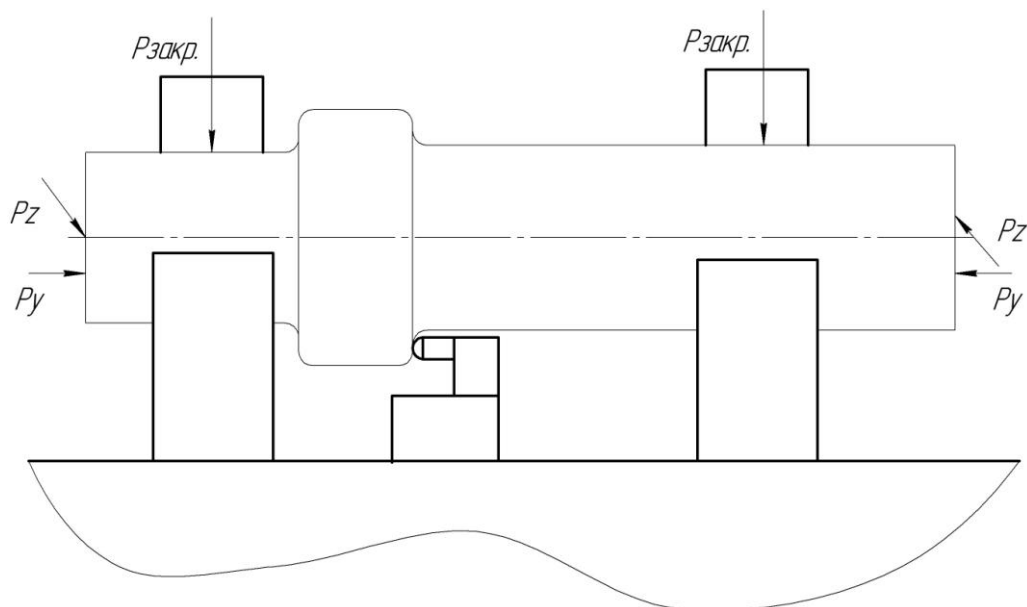


Рисунок 7.3 – Схема сил, що діють на заготовку

Очевидно, що найбільша сила буде діяти при обробці торців, ніж при свердлінні центрових отворів, тому визначимо тангенціальну складову сили різання, тобто силу  $P_z$  і радіальну складову  $P_y$ , користуючись літературою [1]. Сили  $P_z$  будуть намагатись повернути заготовку навколо своєї осі та у напрямку перпендикулярному до осі:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B_r \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \text{ (Н)} \quad (7.1)$$

де  $C_p = 12,5$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$t = 2,5$  мм – глибина різання;

$S_z = 0,02$  мм/зуб – подача на зуб;

$B = 49$  мм – ширина фрезерування;

$z = 20$  – кількість зубів фрези;

$D = 80$  мм – діаметр фрези;

$n = 315$  об/хв – частота обертання;

$K_{MP} = 1$  – коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу;

$x = 0,9$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$y = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$q=0,73$  - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$w=-0,13$  - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$n=1$  - коефіцієнт, що враховує умови обробки.

З урахуванням цих величин розрахувати силу різання:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 49^1 \cdot 20}{80^{0,73} \cdot 315^{-0,13}} \cdot 1 = 498 \text{ (Н)}$$

Радіальна складова сили різання розраховується по формулі:

$$P_Y = 0,5 \cdot P_Z \text{ (Н)} \quad (7.2)$$

$$P_Y = 0,5 \cdot 498 = 249 \text{ Н}$$

Складаю рівняння рівноваги. Для цього до заготовки прикладаються сили, що врівноважують сили різання:

$$P_Z - F_{TP} = 0 \quad (7.3)$$

де  $F_{TP}$  – сила тертя, що врівноважує  $P_Z$ .

$$F_{TP} = N \cdot f \quad (7.4)$$

де  $N$  – сила реакції опори, що виникає внаслідок притискаючої сили  $Q$ ;

$f$  – коефіцієнт тертя;  $f=0,25$  [1].

$$P_Z = N \cdot f \text{ (Н)} \quad (7.5)$$

З формули (1.56) знаходжу:

$$N = \frac{P_Z}{f} \text{ (Н)} \quad (7.6)$$

$$\text{тобто } N = \frac{498}{0,25} = 1994 \text{ (Н)}$$

$$|\bar{N}| = |\bar{Q}| \quad (7.7)$$

$$\text{тобто } N = Q = 1994 \text{ (Н)}$$



таким чином необхідна сила затиску заготовки  $Q = 1994$  (Н).

Визначаємо коефіцієнт запасу  $K$ :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.8)$$

де  $K_0=1,5$  - постійний коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки;

$K_1=1,0$  -коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки-оброблене або необроблене;

$K_2=1,3$  -коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні різального інструменту;

$K_3=1,0$ -коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при обробці переривистих поверхонь на деталі;

$K_4=1,0$  -коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається приводом пристосування;

$K_5=1,0$  -коефіцієнт,що враховує зручне розташування рукоятки для ручних пристроїв затискних;

$K_6 = 1,4$  - коефіцієнт, який враховується при наявності моментів, які прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

По формулі 7

$$K=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4=2,73$$

При цьому сила на штоку приводу з коефіцієнтом запасу дорівнюватиме:

$$Q = 1994 \cdot 2,73 = 5443\text{Н.}$$

Вибір і розрахунок силового приводу.

В нашому випадку у якості пневмоприводу обираємо пневмокамеру, адже нам не потрібен великий хід штока при закріпленні, а враховуючи її довговічність, надійність, простоту виготовлення та дешевизну вона має суттєві переваги над пневмоциліндром у даному випадку.

Дійсна сила на поршні розраховується за формулою:

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		57

$$W = \frac{\pi(D+d)^2}{16} \cdot p \quad (7.9)$$

де:  $p$  – розрахунковий тиск,  $p=0,4$  МПа;

$D$  – діаметр пневмокамери;

$d$  – діаметр штока, 20 мм;

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{16Q}{\pi \cdot p}} \quad (7.10)$$

$$D = \sqrt{100^2 + \frac{16 \cdot 5443}{3,14 \cdot 0,4}} = 244(\text{мм})$$

приймаю  $D=250$  мм по ГОСТ 9887-70.

Товщину діафрагми  $h_d$  вибирають залежно від її діаметра  $D_d : h_d = 4 \dots 8$  мм, приймаю товщину 6 мм.

Дійсна сила на штоку розраховується за формулою 7.9:

$$W = \frac{3,14}{16} (250^2 + 20^2) \cdot 0,4 = 5576(\text{Н})$$

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, отже, пристосування забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

В даному пристосуванні використана стандартна пневмокамера, в якій діаметр дорівнює 250 мм, діаметр штока - 20 мм.

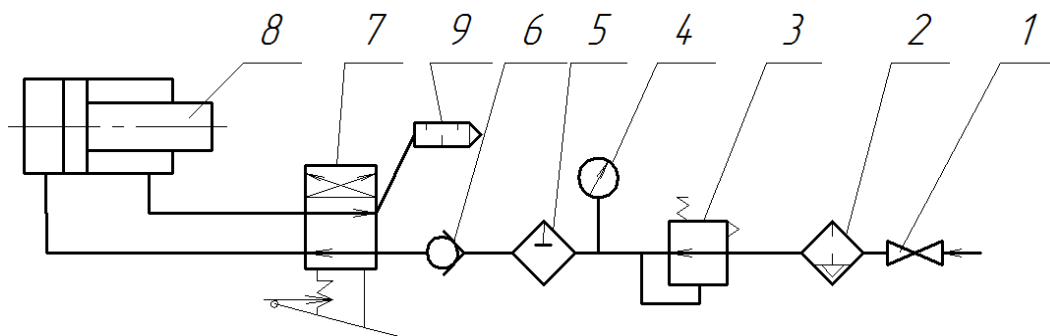


Рисунок 7.4 - Схема підключення до пневмомережі

1. Кран – вентиль
2. Фільтр вологовідділювач
3. Редукційний пневмоклапан
4. Манометр
5. Маслорозпилювач
6. Зворотній клапан
7. Пневморозподілювач
8. Пневмокамера
9. Пневмоглушник

Схема підводу повітря у пневмокамеру наведена на рисунку 7.5.

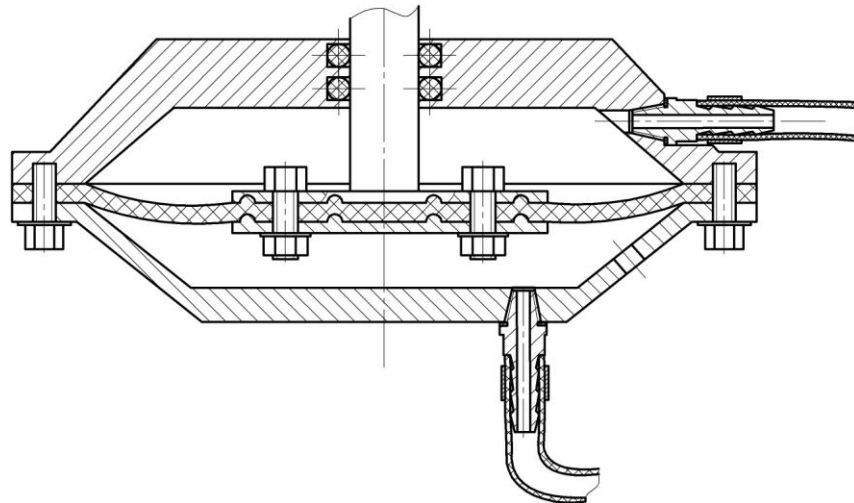


Рисунок 7.5 - Схема підводу повітря у пневмокамеру

#### Розрахунок деталі на міцність

Розраховуємо на міцність різьбу M10x1,5 на рим - болтах, так як вони сприймають значні навантаження при підйомі пристосування. Завідомо приймаю, що буде використовуватися 2 рим-болти. Вага пристосування приблизно 100 кг що дорівнює 1000 Н, тобто на один рим-болт буде припадати навантаження 500Н.

Розраховую необхідну площину різі, для одного ремонтного болта.

Для того, щоб різьба на рим-болті не була зірвана, необхідно виконати умови, щоб діаметр різьби болта був не менше допустимого діаметру по міцності:

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

$$\sigma_p \leq [\sigma_p] \quad (7.11)$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює  $\delta_T = 300 \text{ МПа}$ .

$$[\delta]_p = 0,4\delta_T \quad (7.12)$$

$$[\delta]_p = 0,4 \times 300 = 120 \text{ МПа}$$

Небезпечним є перетин, ослаблене нарізкою різьби (рис. 7.5). Розрахунковий діаметр різьби визначається за формулою:

$$d_p = d - 0,94p \quad (7.13)$$

де:  $d$  – зовнішній діаметр різьби, мм;

$p$  – крок різьби, мм.

$$d_p = 10 - 0,94 \times 1,5 = 8,59 \text{ мм}$$

$$\sigma_p = \frac{4N}{\pi d_p^2} \quad (7.14)$$

де  $N$  – максимальна осьова сила, що діє на розтягнення

По формулі:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 500}{3,14 \cdot (8,59)^2} = 73,6 \text{ МПа}$$

Умова  $\sigma_p \leq [\sigma]_p$  виконується ( $73,6 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$ ) отже рим-болти витримують навантаження на розрив при підйомі пристосування.

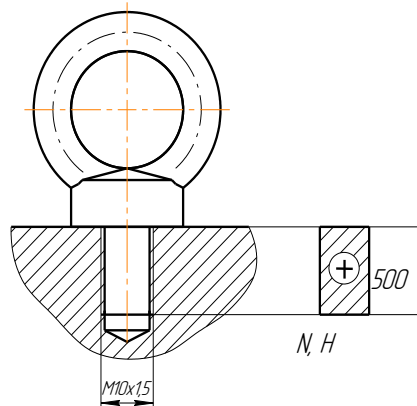


Рисунок 7.6 - Епюра навантажень рим - болта М10х1,5

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Збирання та експлуатація пристосування.

Пристосування в зборі має задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Складання пристосування. Всі деталі та вузли пристосування піддають візуальному контролю, виявлені дефекти усунути.

1. До столу верстата по шпонкам 19 встановлюється корпус 2 з пневмокамерою в зборі та стійкою 16.

2. До корпусу пригвинчуються призми 15 та 26.

3. Після цього встановлюється та пригвинчується упор 24.

4. Далі на стійку 16 встановлюють прихват 17 та пригвинчують його гайкою 13, попередньо підкладаючи шайбу 28.

5. Після цього приєднуються метало рукави 30 за допомогою хомута 22.

Експлуатація пристосування.

1. Встановити і закріпити пристосування на верстаті.

2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.

3. Встановити заготовку на призми до упора.

4. Перемістити прихват.

5. Повернути рукоятку пневморозподільника у положення «Відкрито».

6. Виконати обробку деталі.

7. В процесі експлуатації пристосування виконувати пункти 1 - 7 технічних вимог.

8. Пристосування зберігати на дерев'яній основі. Вплив атмосферних опадів і агресивних середовищ неприпустимо.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

## 8 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Тема розділу: «Пожежна профілактика при проектуванні та будівництві промислових підприємств».

Пожежна профілактика - комплекс задач, спрямованих для забезпечення протипожежного захисту об'єктів народного господарства. Метою також пожежно-профілактичної роботи це підтримання в країні високого рівня пожежної безпеки у містах, населених пунктах, місцях концентрації матеріальних цінностей і на об'єктах народного господарства шляхом приведення їх у зразкове протипожежний стан.

Основними задачами профілактичної роботи є: розробка і здійснення заходів, спрямованих також на усунення причин, що можуть та спричинити виникнення пожеж; обмеження поширення можливих пожеж та створення та умов для успішної евакуації людей і майна на випадок пожежі; забезпечення чи своєчасного виявлення виниклої пожежі, швидкого виклику пожежної охорони та також успішного гасіння пожежі.

Пожежна робота на підприємствах проводиться держпожнаглядом, особовим складом пожежних частин, пожежними-технічними комісіями та добровільними пожежними дружинами, добровільними товариствами, відділами з техніки безпеки, а також позаштатними пожежниками інспекторами при виконавчих комітетах місцевих рад народного депутата.

Профілактична робота та на об'єктах включає; періодичні перевірки стану пожежної безпеки об'єкта в та цілому і його окремих ділянок, а також забезпечення контролю за своєчасним та виконанням запропонованих заходів; проведення пожежних заходів об'єкта представниками Державний пожежний нагляд із врученням приписів, встановлення та дієвого контролю за виконанням приписів на та наказів, виданих по них; постійний на за проведенням пожежонебезпечних робіт, виконанням робочих вимог на об'єктах нового будівництва, при реконструкції та переобладнанні цехів, установок, майстерень,

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

складів та інших приміщень; проведення бесід-інструктажів та спеціальних занять з робітниками і службовцями об'єкта з питань пожежної безпеки (а також з тимчасовими робітниками інших підприємств і організацій, які прибули на об'єкт) та інших заходів з протипожежної пропаганди та агітації; перевірку справності і правильного змісту стаціонарних автоматичних і первинних засобів пожежогасіння, протипожежне водопостачання також систем сповіщення щодо пожежі; підготовку складу добровільної дружини та бойовитих розрахунків для проведення профілактичної роботи пожежників і загорянь; установлення в цехах та майстернях, складських агрегатах систем пожежної автоматики.

Основний метод профілактики - усунення виявлених у ході перевірки недоліків на місці, а за збереженням такої можливості - в короткий термін. Заходи щодо обладнання цехів, майстерень, складів установками пожежної автоматики, заміна горючих речовин менш більшими і т. д., Оформляти розпорядженнями або актами, які вручаються керівники підприємств.

Держпожнагляд покликаний здійснювати контроль за пожежами діючих норм пожежної безпеки причт апл будівництві, реконструкції експлуатаційності будівель і споруд. Основними формами пожежної роботи органів держпожнагляду на об'єктах народного господарства, також і на виробництвах битового обслуговування населення, є пожежні обстеження, що проводяться з метою контролю за дотриманням затверджених в установленому порядку правил і норм, спрямованих на запобігання пожежності, успішне їх гасіння, забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі, а також на забезпечення будівель і споруд засобами протипожежного захисту. Саме в ході обстежень встановлюється істинне стан пожежної безпеки об'єктів і адміністрації пропонується здійснити комплекс пожежно-профілактичних заходів.

Вогнестійкість будівельних конструкцій є здатність зберігати несучі і захисні функції в умовах пожежі. Межа вогнестійкості будівельної конструкції – це періодичність часу від початку випробування її дією вогню або високої температури до появи однієї з ознак:

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		63

а) утворення у конструкції тріщин;

б) підвищення температури на поверхні конструкції, що обігривається, в середньому на 345°C або в точці цієї поверхні більш ніж на 590°C порівняно з температурою конструкції до випробування;

в) втрата конструкції несучої здатності.

Від ступеня займистості та і межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій також залежить ступень вогнестійкості будівельних споруд. Всі будівлі і споруди за вогнестійкістю підрозділяють на ступені: I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V.

Найвищі межі вогнестійкості та основних будівельних конструкцій також в будівлях і спорудах I-го ступеня щодо вогнестійкості; у будівлях і спорудах кожного наступного більшого ступеня вогнестійкості вони нижчі.

Згораючи частини будівель і споруд не мають межі вогнестійкості. Ступінь вогнестійкості будівельних споруд залежить, за вимогами СНіП 2.01.02-85, від категорії та пожежної безпеки виробів, кількості поверхів.

Цехи і відділення виробництв категорій А і Б дозволяється розташовувати тільки в приміщеннях I і II ступеня вогнестійкості. Будівлі, наприклад, складів цукру в разі зберігання його в тарі мають бути не нижче III, а для безтарного зберігання – не нижче II ступеня вогнестійкості. Велику кількість сірників допускається зберігати в окремих складах не нижче III ступеня вогнестійкості. Спиртосховища слід розміщувати в поглиблених будівлях II ступеня вогнестійкості.

Одноповерхові складські будівлі зі стілажами заввишки від 3,5 до 15 м слід проектувати II за ступенем вогнестійкості з ліхтарями або витяжними шахтами на покрівлі для видалення диму.

Особливо небезпечні та небезпечні речовини і матеріали слід зберігати в складах I або II ступеня вогнестійкості. Малонебезпечні речовини і матеріали можна зберігати в приміщеннях також всіх ступенів вогнестійкості (окрім V), безпечні – в приміщеннях або на майданчиках будь-якого типу.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64



Кіоски і рундуки, що встановлюються в будівельних спорудах, повинно бути виготовлені з негорючих матеріалів.

Розміщення підприємств проводиться групування в окремі комплекси об'єктів, та споріднених за функціональним та призначенням і ознакою пожежної небезпеки. Виділення для таких комплексів та на підприємстві окремих ділянок називається зонами території. До всіх комплексів об'єктів має забезпечуватися безперешкодний і зручний проїзд пожежних автомобілів.

Кіоски, інвентарні будови мобільного типу тощо допускається розміщувати групами, але не більше 4 у групі і площею не більше 800 м. Відстань між групами цих будов, а також від них до інших будівель і споруд слід приймати не меншою 15 м.

Противопожежні розриви між різними об'єктами не дозволяється використовувати та для складування матеріалів, устаткування такої пакувальної тари, а також стоянки транспортних також засобів і установки індивідуальних гаражів. У межах протипожежних розривів, а також на відстані менше 25 м від будівель і споруд, не допускається розведення багать, спалювання відходів і тари. Не дозволяють складування горючого тари біля вікон торгового підприємства, житлових, адміністративних та інших будівель.

Обмеження розповсюдженого вогню використовують протипожежні перешкоди: протипожежні стіни, перегородки і перекриття, протипожежні зони.

Противопожежні стіни та інші перегородки бувають 1 і 2 типів. Мінімальними межами вогнестійкості протипожежних стін відповідно.

Противопожежні перекриття – 1, 2 і 3 типів. Мінімальні межі вогнестійкості протипожежних перекриттів 1, 2 і 3 типів – 2,5; 1,0 і 0,75 годин.

Противопожежна стіна – це конструкція, що не згорає, перетинає всі поверхи і елементи будівлі.

Ця стіна опирається також на свій фундамент або фундаментній балці і виступає понад крівлю не менше, ніж на 1 м (якщо хоч би один з елементів горючого покриття або покриття, за виключенням покрівлі, виконано з горючих

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14190014-00.ПЗ				

матеріалів) або не менше, ніж на 2 м (якщо елементи горищного покриття або покриття без горища.

Протипожежна стіна в будівлях із зовнішніми стінами, що виконані із застосуванням горючих та важкогорючих матеріалів, повинна перетинати ці стіни і виступати за зовнішню площину не менше, ніж на 0,5 м.

Протипожежні стіни також повинні не підноситися над покрівлею і не виступати за зовнішню площину стін будівлі (при стрічковому склінні), якщо всі основні їх елементи виконані з негорючих матеріалів.

Протипожежні стіни застосовують для розділення:

- а) великих виробничих будівель на секції;
- б) розміщених в одному корпусі виробництв з різною пожежною небезпекою;
- в) складських і виробничих приміщень;
- г) складських приміщень на відсіки для зберігання різних за пожежною небезпекою матеріалів;
- д) виробничих і адміністративно-побутових приміщень,
- е) у разі малих протипожежних розривів між будівлями.

На підприємстві де проходила практика будівлі розташовані у відповідності з усіма правилами споруди будівель і споруд. Адміністративні корпусу, управлінське будівлю, а також бюро і відділи технологів і конструкторів, розташовані безпосередньо біля кордонів підприємства і проїжджої частини вулиці. Вікна розташовані виходом на проїжджу частину. Механічні і складальні цехи розташовані всередині підприємства, так як видають шум, що виникає при роботі верстатів та іншого обладнання. Найгучнішим цехом на цьому майданчику підприємства є ковальський цех, розташований в самій глибині підприємства, на кордоні підприємства і пустиря, так що шум, видаваний молотами і пресами при роботі не впливає на житловий масив мікрорайону. При проектуванні даного майданчика підприємства були передбачені всі необхідні магістралі та

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

транспортні розв'язки, а саме є залізничні колії і автомобільні дороги, які мають зв'язок з магістралями міста для вивезення готової продукції з підприємства.

Цехи на підприємстві розташовані так що протягом 95% всього пір року дмуть північно-західні вітри (від житлового масиву до підприємства), а лише 5% в якомусь іншому напрямі. Дане розташування підприємства сприяє тому, що шумові та інші шкідливі фактори набагато меншою мірою впливають на жителів довколишнього району.

Для гасіння пожеж біля цехів є пожежні крани і гідранти, а на стінах пожежні куточки, де знаходяться відро, ящик, багри, сокири, лопати. Також слід зазначити, що на виробництві є санітарні та протипожежні розриви між цехами і адміністративним корпусом, що в разі виникнення загоряння одного з об'єктів запобігає (робить мінімально можливим) загоряння сусідніх об'єктів і дає час на прибуття пожежних для гасіння. Кожен робочий підприємства проходить інструктаж по пожежній охороні і техніці безпеки не рідше одного разу на рік.

Категорії пожежонебезпеки цехів різні - це і механоскладальні цехи - категорія Д, для обробки матеріалів в холодному стані і ковальський цех - категорія Г (робляють обробку матеріалів в нагрітому стані). Також в механічних цехах є термічні ділянки, які також відносяться як і ковальський цех до категорії

#### Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних приміщень (зон)

Основним заходом пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний його вибір і також експлуатація, особливо у вибухопожежонебезпечних приміщеннях. Відповідно до ГОСТ 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок" вибухонебезпечні та пожежонебезпечні зони поділяються відповідно на 6 (0,1, 2, 20, 21, 22) та 4 (П-I, П-II, П-IIa, П-III) класи.

Вибухонебезпечна зона - це простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, в якому присутнє небезпечне середовище або воно може утворитися внаслідок природних чи виробничих чинників у певній кількості, ЩО вимагає спеціальних заходів електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТМЗ 14190014-00.ПЗ					

Газопароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1,2.

Простір, де вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Зона певного класу може мати місце тільки у межах корпусів технологічного обладнання.

Вибухонебезпечна зона класу 1

Простір, де вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи.

Вибухонебезпечна зона класу 2

Простір, де вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго.

Вибухонебезпечна зона класу 20

Простір, де під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, та (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

Пожежонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, в якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціалізованих заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

Пожежонебезпечна зона класу П-І

Простір у приміщенні, в якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху понад 69 °С.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

## **Висновки**

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини. Що стосується самої деталі, то був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

При аналізі технічних вимог описано властивості сталі 40Х, а також були проаналізували вимоги, пропонувані при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам.

Був визначений тип виробництва - дрібносерійний - і визначена партія запуску  $n = 52$  штуки.

Виконано аналіз технологічності за кількісним та якісним критеріями та встановлено, що деталь є технологічною.

В якості заготовки була прийнята поковка на ГKM, так як вона більш економічно вигідна, ніж вільна ковка.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі, а саме токарну з ЧПК та вертикально-фрезерну з ЧПК операції.

При цьому внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК. Розрахована похибка базування на аналізовані операції.

Також виконано комплект технологічної документації та маршрутний технологічний процес на токарну з ЧПК та фрезерну з ЧПК операції.

Для виключно учбових цілей розроблено карту операційного налагодження та верстатний пристрій на фрезерно-центрувальну операцію з механізованим приводом для зменшення допоміжного часу на закріплення.

					<i>ТМЗ 14190014-00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		69

## Список використаної літератури

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. - 256 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.
4. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.
8. Колев Н. С. Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.
9. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.
10. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

11. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля [Текст] : Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с.

12. Штейнберг Б. И. Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.

13. Цейтлин Я. М. Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

14. Євтухов В. Г. Методичні вказівки до практичної роботи "Вибір засобів вимірювання та його обґрунтування" з дисципліни "Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв" для студентів спеціальності 7.090202 та 8.090202 "Технологія машинобудування" денної та заочної форм навчання [Текст] : / В. Г. Євтухов. – Суми, Вид-во СумДУ, 2008. – 20 с.

15. Чумаков Г. С. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу "Проектирование контрольно-измерительных приспособлений" для студентов специальностей 12.01 "Технология машиностроения" [Текст] : / Г. С. Чумаков.– Харьков, ХПИ , 1990. – 56 с.

16. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.

17. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.

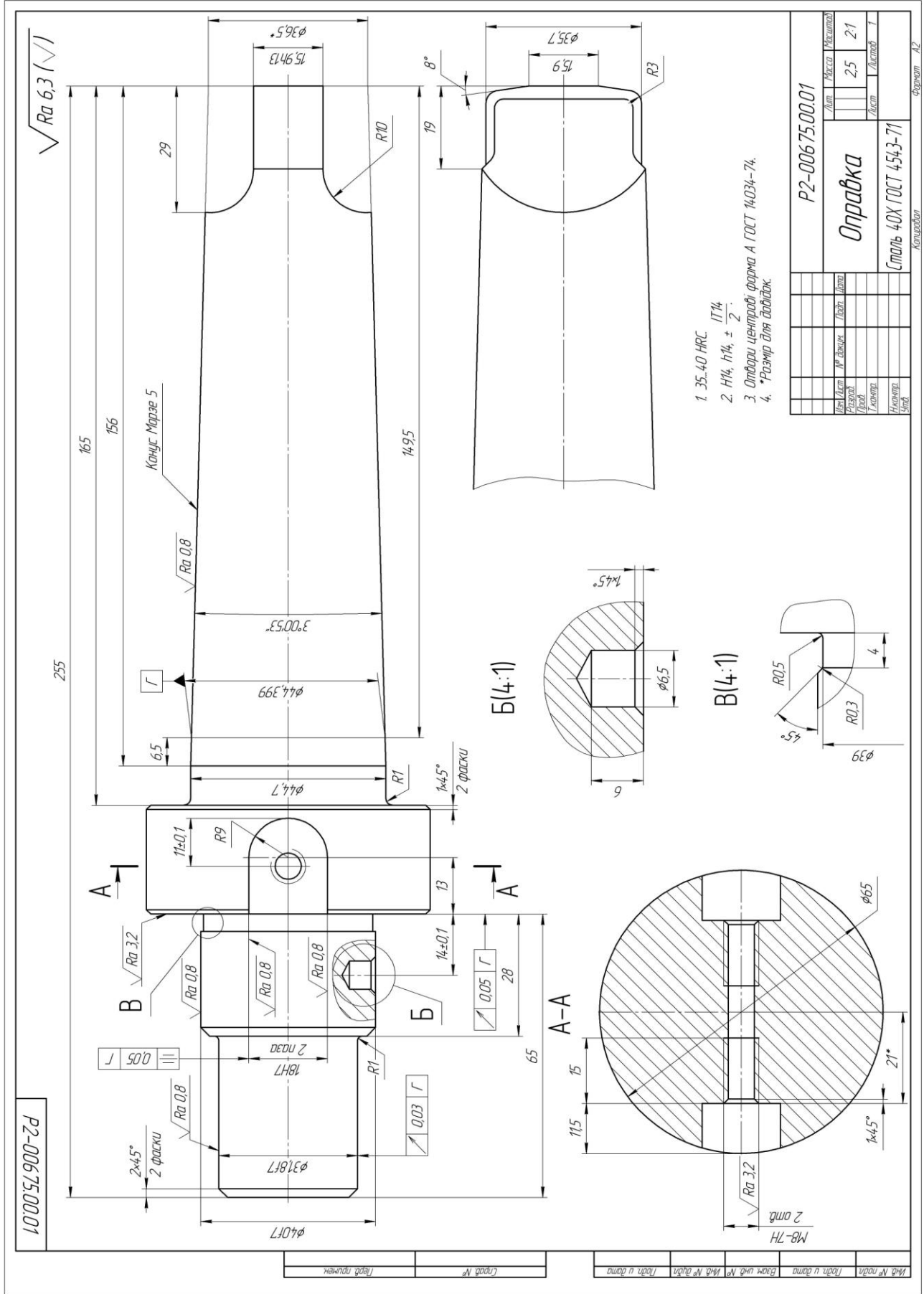
18. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.

19. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

20. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

# Додаток А. Заводське креслення деталі



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТМЗ 14190014-00.ПЗ

Лист

72



## Додаток Б. Розрахунок припусків аналітичним способом

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Имя программы - 'prip'  
 Вычислительный центр инженерного факультета СумГУ 14.05.2019

Расчет выполнен для Obruch., группа - ТМз-41к

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая поверхность ф 40-0.050  
 -0.025

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Преде- льные откло- нения, мм	Элементы припуска, мкм шерохо- ватость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр Ез (i)
Поковка ковкой на молотах	гр. точн. II	+1.4	-	-	-	-	-
	ГОСТ 7062-79	-0.7					
Точение черновое	квалитет 12	0	50	50	85	100	320
		-0.1000					
Точение чистовое	квалитет 10	0	25	25	71	25	50
		-0.400					
Шлифование	квалитет 7	-0.050	10	5	57	5	20
		-0.025					

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:**

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм	расчет- ный размер, мм	расчет- ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер	припуск, мкм					
мини	расч.			мини- мальный	макси- мальный	миним	расч.	макс		
-	-	44.45	45.40	45.389	+1.600	44.489	46.989	-	-	-
					-0.900					
1070	2070	40.700	41.00	41.000	0	40.631	40.931	1070	2070	3070
					-0.300					
342	1342	40.241	40.341	40.400	0	40.241	40.341	342	1342	1742
					-0.100					
144	1144	39.975	39.95	40.000	-0.025	39.975	39.950	144	1144	1197
					-0.05					

К О Н Е Ц    Р А С Ч Е Т А

## Додаток В. Специфікації на верстатний пристрій

Перв. примен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №	A1				<u>Документація</u>					
					ТМЗ 14 190014-07.00.00 СК	Складальне креслення				
								<u>Складальні одиниці</u>		
				23	ТМЗ 14 190014-07.01.00	Пневморозподільник ГОСТ 1856 - *	1			
								<u>Деталі</u>		
				1	ТМЗ 14 190014-07.00.01	Корпус	1			
				2	ТМЗ 14 190014-07.00.02	Плита нижня	1			
				3	ТМЗ 14 190014-07.00.03	Плита верхня	1			
				7	ТМЗ 14 190014-07.00.07	Диск	1			
				10	ТМЗ 14 190014-07.00.10	Шток	1			
				12	ТМЗ 14 190014-07.00.12	Шток регульовальний	1			
				16	ТМЗ 14 190014-07.00.16	Стійка	1			
				17	ТМЗ 14 190014-07.00.17	Прийом	1			
				24	ТМЗ 14 190014-07.00.24	Упор	1			
				26	ТМЗ 14 190014-07.00.26	Призма спеціальна	1			
				<u>Стандартні вироби</u>						
	4	Болт М6-6дх25 ГОСТ 7805 - 70	1							
	5	Гвинт М6-6дх20 ГОСТ 1461 - 73	1							
	6	Гвинт М6-6дх20 ГОСТ 11738 - 72	8							
Повт. і дата					ТМЗ 14 190014-07.00.00 СК					
	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата					
	Разраб.	Проб.	Одбруч	Емельяненко			Лит. 1 Листов 2			
Инд. № подл.	Н.контр.	Утв.	Денисенко	Залога	Приспособування для фрезерування		СумДУ, гр.ТМЗ-41к			

Копіював

Формат А4

					ТМЗ 14190014-00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол	Примечание
		8		Гвинт М8-6дх30 ГОСТ 11738 - 72	3	
		9		Гвинт М10-6дх40 ГОСТ 11738 - 72	4	
		11		Гайка М6-6д ГОСТ 5915 - *	3	
		13		Гайка М20-6д ГОСТ 5915 - *	1	
		14		Діафрагма резинотканева ГОСТ 9887 - 70	1	
		15		Призма ГОСТ 12195-66	1	
		18		Пружина d16 ГОСТ 13165 - 67	1	
		19		Пружина d20 ГОСТ 13165 - 67	1	
		20		Рим - болт ГОСТ 4751 - 73	2	
		21		Ущільнення ГОСТ1954-*	1	
		22		Хомут стальний ГОСТ196-*	1	
		25		Шайба - 12,5 ГОСТ 11371-78	2	
		27		Шайба - 36 ГОСТ 11371-78	1	
		28		Шайба - 40 ГОСТ 11371-78	1	
		29		Шпилька М6-6дх20 ГОСТ 1471-85	2	
		31		Шпонка 16х30х10 ГОСТ 23360 - 80	2	
		32		Штифт $\phi 6 \times 20$ ГОСТ 3128 - 70	3	
		33		Штифт $\phi 8 \times 40$ ГОСТ 3128 - 70	2	
		34		Штуцер ГОСТ 1776 - *	1	
		30		<u>Матеріали</u> Металорукав Р1-Ц-Х-4х400 ГОСТ 3575 - 75	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

ТМЗ 14 190014-07.00.00 СК

Лист  
2

Копировав

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТМЗ 14190014-00.ПЗ

Лист  
75