

Хмельницький національний університет

Факультет: інженерної механіки

Кафедра: Технології машинобудування

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

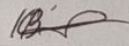
до дипломної роботи

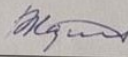
ОКР- бакалавр

Галузь знань: 13

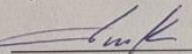
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: «Технологія виготовлення деталі «Шток АГ40.01.035» з використанням верстатів з ЧПК»

Виконав студент групи ПМТ-18-1  (В.П.Камінський)

Керівник бакалаврської роботи:  (В.Д.Каразей)

До захисту допускаю:

Зав. кафедри  (В.П.Ткачук)

22 06 2022 р.

Хмельницький – 2022 року

Хмельницький національний університет

Факультет інженерної механіки

Кафедра Технології машинобудування

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

## ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ

## БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавру В.П. Камінському

Тема затверджена наказом ректора

№ 18 від 01.03 .2022 р.

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Шток АГ40.01.035» з використанням верстатів з ЧПК»

План роботи і терміни подання окремих розділів

Розділ I \_\_\_\_\_ 30.04.2022

Розділ II \_\_\_\_\_ 10.05.2022

Розділ III \_\_\_\_\_ 30.05.2022

Розділ IV \_\_\_\_\_ 05.06.2022

Перелік графічних матеріалів: 1 Креслення деталі - лист А2; 2 Креслення заготовки - лист А2; 3. Карта наладки верстата Haas – 1 лист А1; 4. Верстатний пристрій - 1 лист А1;; 5.Калібр-скоба - лист А3.

Термін подання закінченої роботи на кафедру 10.06.2022

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ В.П.Ткачук

Керівник \_\_\_\_\_ В.Д.Каразей

Бакалавр \_\_\_\_\_ В.П.Камінський

## Реферат

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі «Шток АГ40.01.035» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор Камінський В.П. Керівник проекту : Каразей В.Д.

Об'єм пояснювальної записки. 66.стор. Графічна частина.4,5.листів А1.

В загальному розділі виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу. Режими різання визначалися за програмою розрахунку режимів фірми Sandvik Coromant. Розроблено програму обробки штока для верстата з ЧПК.

В конструкторському розділі виконано розрахунки пристрою для обробки, контрольно-вимірювального пристрою (калібр-скоби).

В розділі охорони праці приведено дані по безпечній експлуатації дільниці.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Шток», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор проекту: Камінський В.П.

  
/Підпис/

2022 р.

Дата

**РЕЦЕНЗІЯ**

на дипломний проект студента  
Камінського Володимира Павловича

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі "Шток АГ40.01.035" з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломного проекту та його зміст відповідають завданню, проект містить всі розділи згідно завдання.

У дипломному проекті студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Вибрав (економічно обгрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення деталі «Шток» з використанням сучасного устаткування з ЧПК.

Розраховані припуски на обробку, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

В конструкторській частині розроблено конструкцію пристрою для фрезерування поверхонь лисок, спроектовано калібр-скобу для контролю поверхні. Всі рішення підкріплені розрахунками і заслуговують позитивної оцінки.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ, розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням основних вимог ЕСТД та ДСТУ на досить високому рівні.

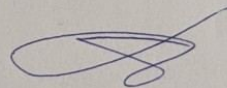
Все це свідчить про досить високий рівень дипломника як сформованого молодого спеціаліста.

Вагомих недоліків в дипломному проекті не виявлено.

Дипломний проект, виконаний згідно завдання, в повному обсязі на достатньому технічному рівні заслуговує оцінки «добре».

Рецензент:

К.т.н., доц. каф. трибології,  
автомобілів та матеріалознавства ХНУ



Бабак О.П.

«20» «06» 2022 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Шток АГ40.01.035» з використанням верстатів з ЧПК»»

Автор: Камінський В.П.

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

Науковий керівник: Каразей В.Д.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

Підтвердження:

завідувач кафедри

Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми

Віталій КАРАЗЕЙ

керівник кваліфікаційної роботи

Віталій КАРАЗЕЙ

Дата

Підписи

Завідувачу кафедри

Технології машинобудування

здобувача вищої освіти (студента  
ПІБ, факультет, «курс», «група»)

студента Каминського В.

Ф-Т (Інженерія, тракторознавство та  
архітектура)

кр. П.М.Т-18-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіатоповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

\_\_\_\_\_

дата

В.В.

\_\_\_\_\_

підпис



## ЗМІСТ

	Вступ		7
1	Загальний розділ		8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.		8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі		8
1.3	Аналіз технологічності конструкції деталі		12
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва		14
2	Технологічний розділ		16
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання		16
2.2	Вибір технологічних баз		18
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі		19
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування		20
2.5	Розрахунок припусків		23
2.5.1	Розрахунок припуску на обробку 160h12		23
2.5.2	Табличний метод		26
2.6	Призначення режимів різання		28
2.7	Технічне нормування операцій		40
2.8	Оформлення технологічної документації		42

					<b>ДРБ.ПМТ.ФІМ.22.00.00ПЗ</b>			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	«Технологія виготовлення деталі «Шток АГ40.01.035» з використанням верстатів з ЧПК» (Пояснювальна записка)	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив.	Камінський В							8
Перевірив	Караазей В.Д.							
Н. Контр.	Бись С.С.					<b>ХНУ-ПМТ-18-1</b>		
Затвердив	Ткачук В.П.							

3	Конструкторський розділ	43
3.1	Проектування верстатного пристрою для	43
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі	43
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою	43
3.1.3	Розрахунок точності обробки	43
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі	44
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою	45
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність	46
3.1.7	Опис роботи пристрою	46
3.2	Проектування скоби для контролю діаметра $d_{30h8}$	47
4	Охорона праці	49
	Висновки	57
	Література	58
	Додатки	60

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес в значній мірі визначає розвиток та вдосконалення всього народного господарства країни. У вирішенні задач по прискоренню науково-технічного прогресу та інтенсифікації суспільного виробництва важливе значення має машинобудування. Найважливішими умовами прискорення науково-технічного прогресу в машинобудуванні являються ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва та покращення якості продукції.

Успішне вирішення проблем машинобудування пов'язане з підготовкою виробництва, що містить у собі комплекс техніко-економічних, технологічних, організаційних та інших заходів. Складовими виробництва є розробка і впровадження оптимальних технологічних процесів виготовлення машин.

Вдосконалення технологічних процесів виготовлення машин має першочергове значення. Якість машини, надійність, довговічність і економічність в експлуатації залежать від досконалості конструкції і технології виробництва.

Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, які забезпечують високу якість і точність оброблюваних поверхонь деталей, способів зміцнення поверхонь, результативне використання автоматичних і поточних ліній, верстатів з програмним керуванням (в тому числі і багатоопераційних), електронних обчислювальних машин та іншої нової техніки, застосування прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів – все це направлено на розв'язання головних задач: підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

## ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування.

Тема випускної бакалаврської роботи – «Технологія виготовлення деталі "Шток АГ40.01.035" з використанням верстатів з ЧПК».

В бакалаврській роботі необхідно розв'язати такі питання:

- покращити маршрут оброблення деталі на основі використання верстатів з ЧПК;
- спроектувати технологічні операції;
- розробити структуру та послідовність реалізації переходів;
- обрати режими різання для різальних інструментів Sandvik Coromant;
- сконструювати верстатний пристрій;
- спроектувати калібр-скобу.

Вихідними даними для розробки дипломного проекту являються:

- Креслення деталі «Шток АГ40.01035».
- Технічні умови на деталь.
- Програма випуску деталей за рік – 10000 шт.;
- Фонд часу верстатів в рік (в дві зміни) - 4015 год.;
- Фонд часу працюючих в рік - 1860 год

### 1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.

Деталь "Шток" відноситься до деталей класу "Вали" [1] із точними зовнішніми циліндричними поверхнями, є базовою деталлю для встановлення поршня.

Креслення містить усі відомості про деталь: проекції, види, перерізи, що видають повне представлення про конструкцію.

Матеріал деталі - конструкційна вуглецева якісна сталь 45, відповідає вимогам ГОСТ 1050-2013 і ДСТУ 7809. Марка сталі 45 – одна з найбільш затребуваних і популярних марок конструкційних вуглецевих сталей.

Сталь 45 у вигляді різноманітного металопрокату, кованих виробів використовується для виробництва металевих конструкцій та для виготовлення: осей, колінчастих та розподільчих валів, кронштейнів, штоків, плунжерів, зубчастих шестерень та коліс, болтів та гайок підвищеної міцності та із середніми показниками в'язкості металу. Вироби використовуються після покращення (загартування з високою відпусткою); деталей, що експлуатуються без ударних навантажень і схильних до підвищеного зносу. Для поліпшення характеристик міцності виробів застосовують різні види термообробки, що зміцнює; металовиробів із підвищеною твердістю поверхні. Для поліпшення параметрів застосовують методи термічного поверхневого зміцнення, але такі деталі не розраховані на критичні деформації.

Хімічний склад сталі 45 наведено в табл. 1.1, механічні показники наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>
			He			
0,40...0,5	0,17...0,3	0,5...0,8	0,045	0,045	0,3	0,3

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-88

$\sigma_T$ МПа	$\sigma_B$ МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$a_n$ , кДж/см <sup>2</sup>	<i>HB</i>
360	610	16	40	50	197...247

Ескіз оброблюваної деталі із вказанням поверхонь оброблення приведено на рис. 1.1.

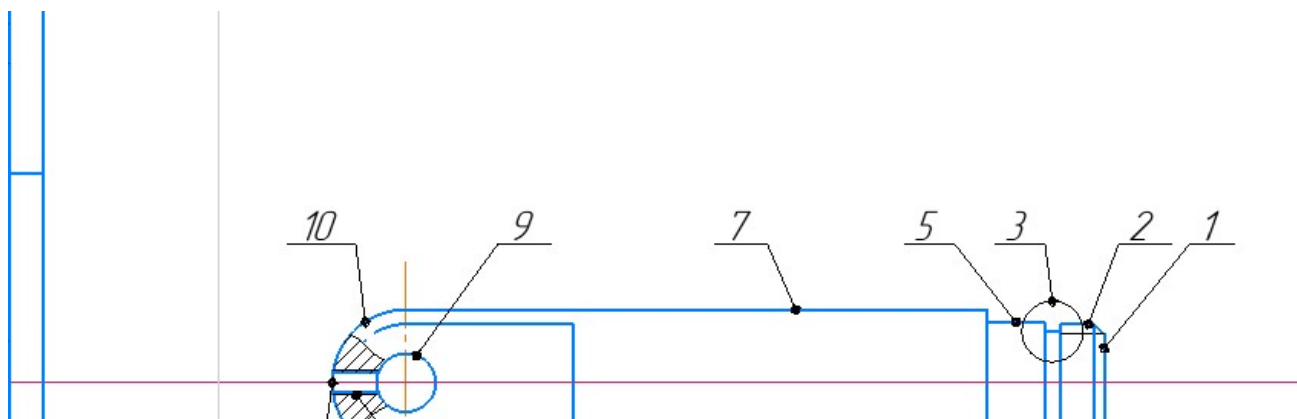


Рис.1 – Поверхні деталі

Деталь у складальній одиниці встановлюється у внутрішню циліндричну поверхню циліндра пневматичного привода (пов. 7). Поверхня 5 входить по посадці ( $\text{Ø}30\text{H}8/\text{h}8$ ) в поршень.

Поверхня 7 являється базовою – база А, відхилення від круглості поверхні – не більше 0,05 мм. При обробленні лисок 8 має бути забезпечена симетричність їх положення відносно вісі деталі.

Таблиця 1.3 - Поверхні деталі «Шток»

№ п/п	Назва поверхні	Номінальн. розмір, мм	Точність (квалітет), IT	Шорстк., $Ra$ , мкм	Інші т.у.
1	2	3	4	5	6
1	Торець	160	h14	6,3	
2.	Різьба	M24	6g	3,2	
3.	Канавка	b=3, h =2	h12	6,3	
4.	Гладка циліндрична поверхня	Ø25	h8	2,5	
5.	Торець	12	h12	6,3	
6.	Торець	24	h12	6,3	
7.	Гладка циліндрична поверхня	Ø30	h8	1,25	

Закінчення табл.1.3

1	2	3	4	5	6
8.	Лиска	18	h12	6,3	
9.	Циліндричний отвір	Ø12	h12	6,3	
10.	Сфера	15	IT12	6,3	
11.	Різьба	M5	6H	3,2	
12.	Торець	160	h12	3,2	
13.	Фаска	2×45°	h12	3,2	

Оскільки дана деталь працює у контакті з втулкою сальника, то за цих умов необхідно призначати досить жорсткі допуски на точність форми і розмірів.

На циліндричну поверхню, по якій відбувається контакт з втулкою призначаємо точність по h8, та шорсткість  $R_A=1,25$ , допуск на круглість 0,05. На циліндричну поверхню під поршень 14 призначаємо точність по h8, з шорсткістю  $R_A=2,5$ мкм, допуск на торцеве биття 0,05мм.

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

#### 1.3.1 Якісна оцінка технологічності конструкції деталі

Деталь відноситься до валів, має ступінчасті поверхні, діаметри яких змінюються в одному напрямку. Перепад діаметрів ступенів невеликий, різьбова поверхня на ступені штока має канавку для виходу інструменту. Доступ інструменту до оброблюваних поверхонь вільний, всі розміри можна контролювати за допомогою прямих методів вимірювання. Деталь являється жорсткою (відношення довжини до діаметра  $l/d = 157/38 \leq 6$ ), що дозволяє використовувати високопродуктивні режими різання. В якості базових поверхонь можна використати центрові отвори, для оброблення всіх

поверхонь використовуються нормалізовані та стандартні різальні інструменти.

Матеріал деталі – сталь 45 являється недорогим матеріалом.

Висновок: по якісним показникам деталь «Шток» є технологічною.

### 1.3.2 Кількісна оцінка технологічності конструкції деталі

а) коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.} / Q_e$$

де  $Q_{y.e.}$  – число елементів деталі уніфікованих,  $Q_{y.e.} = 13$ ;

$Q_e$  – вся кількість елементів деталі,  $Q_e = 13$ .

$$K_{y.e.} = 13 / 13 = 1,0. \quad (K_{y.e.} > 0,6)$$

За цим показником деталь являється технологічною.

б) Коефіцієнт точності  $K_m$  :

$$K_m = 1 - 1/A_{cp}$$

де  $A_{cp}$  – точність обробки середня.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}) / \sum n_i$$

де  $n_i$  – число поверхонь деталі з 1...19 квалітетом точності.

$$A_{cp} = (14 \cdot 2 + 12 \cdot 7 + 8 \cdot 2 + 6 \cdot 2) / 13 = 10,76$$

$$K_m = 1 - 1/10,76 = 0,901$$

За цим показником деталь являється технологічною, так як  $K_m > 0,8$ .

в) Коефіцієнт шорсткості оброблення  $K_u$  :

$$K_u = 1/B_{cp}$$

де  $B_{cp}$  – середня шорсткість  $R_a$ , мкм.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \sum n_i$$

де  $n_i$  – кількість поверхонь, що відповідають 1...14 класам шорсткості.

$$B_{cp} = (1,25 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 7) / 13 = 5,93$$

$$K_{ш} = 1 / 5,93 = 0,168$$

За цим показником деталь являється технологічною, так як  $K_{ш} < 0,32$ .

5) Визначення коефіцієнта використання матеріалу  $K_{в.м.}$  :

$$K_{в.м.} = q/Q$$

де  $q$  – маса деталі,  $q = 0,88$  кг;  $Q$  – маса заготовки,  $Q = 1,1$  кг.

$$K_{в.м.} = 0,88 / 1,1 = 0,8$$

За цим показником деталь являється технологічною.

#### 1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

По таблиці 3 [4] при масі деталі  $m = 0,88$  кг та програмі випуску  $N = 10000$  шт. тип виробництва – середньо серійний.

Таблиця 3 – Вибір типу виробництва

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одиничне	Дрібносерійне	середньосерійне	великосерійне	масове
<1,0	<10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	<10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	<10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
>10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Тип виробництва встановлює форму організації процесу за ГОСТ 14.312 – 74.

Серійне виробництво визначається незначною номенклатурою виробів, що виробляються періодично партіями. У цьому виробництві використовують змінно – потокову форму організації робіт, обробку виконують партіями.

## 2.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір заготовки й обґрунтування методів її отримання

На вибір метода отримання заготовки впливають призначення деталі, її конфігурація, габаритні розміри та маса, вимоги до точності та якості поверхонь деталі, тип і обсяги виробництва.

Виходячи із конструкції деталі, типу виробництва та матеріалу деталі вибираємо два способи отримання заготовки [3]:

1.Отримання заготовки із круглого прокату.

2.Штамування у відкритому штампі на кривошипному гарячештамповочному пресі. Ця штампівка забезпечує виготовлення точної заготовки без зміщення у площині роз'єму із малими припусками.

Для вибору найбільш доцільного методу отримання заготовки необхідно виконати техніко-економічний розрахунок технологічної собівартості заготовок, що отримуються різними методами.

Перший варіант. Приймаємо заготовку із круглого прокату

Діаметр круглого прокату визначаємо по [4].Беремо:

$$D_{заг} = D_{дет} + 2z_0 = 30 + 2 \cdot 2,0 = 34 \text{ мм},$$

де  $z_0$  – припуск на механічну обробку,  $z_0 = 2,0$  мм [4].

Довжина заготовки  $L_{заг} = L_{дет} + 2z_0$ ,

$$L_{заг} = 160 + 2 \cdot 1,5 = 163 \text{ мм}.$$

Ескіз заготовки із круглого гарячекатаного прокату наведено на рис.

2.1.

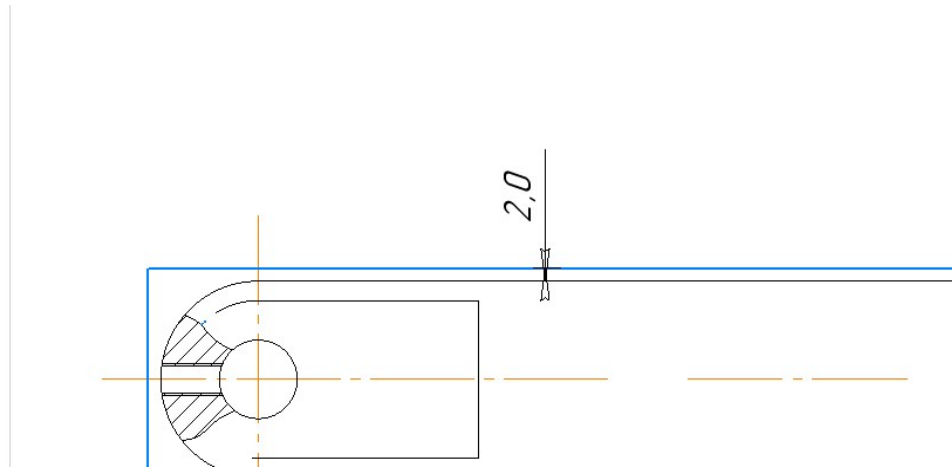


Рис. 2.1 – Ескіз заготовки із круглого прокату

Визначаємо вагу:  $Q = V \cdot \rho$ ,  $V$  – об'єм заготовки,  $\rho$  - питома вага сталі,

$$\rho = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_{\text{заг}}, \quad Q = \frac{3,14 \cdot 0,034^2}{4} \cdot 0,163 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 1,15 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання:

$$K_m = \frac{q}{Q},$$

де  $q$  – вага деталі,  $q = 0,88$  кг;  $Q$  - вага заготовки,  $Q = 1,15$  кг.

$$K_m = \frac{0,88}{1,1} = 0,77$$

Собівартість заготовки з круглого прокату знаходиться:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з.}},$$

де  $M$  - витрати на матеріал, грн;  $\sum C_{\text{о.з.}}$  - технологічна собівартість заготівельних операцій, грн.

Витрати на матеріал [3], с.30:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \frac{S_{\text{омх}}}{1000},$$

де  $Q$  - маса заготовки, кг;  $Q = 1,1$  кг;

$S$  - ціна 1 т матеріалу,  $S = 2800$  грн.;  $q$  - маса деталі, кг;  $q = 0,88$  кг;

$S_{отх}$  - вартість 1 т відходів;  $S_{отх} = 240$  грн./т.

$$M = 2,8 \cdot 1,1 - (1,1 - 0,88) \cdot \frac{240}{1000} = 2,19 \text{ грн.}$$

Технологічна собівартість:

$$C_{о.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{шт-к}}{60}$$

де  $C_{н.з.}$  - приведені затрати на робочому місці :- 1,21 грн./год.; правка - 2,5 грн./год. [3].

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляційний час на одержання заготовки,

$$T_{шт-к} = 0,19D^3 \cdot 10^{-3}, \text{ хв.},$$

де  $D$  - діаметр заготовки,  $D = 34$  мм.

$$T_{шт-к} = 0,19 \cdot 34^3 \cdot 10^{-3} = 7,46 \text{ хв.}$$

$$C_{о.з.} = 1,21 + 2,5 = 3,71 \text{ грн./год.}$$

$$C_{о.з.} = \frac{3,71 \cdot 7,46}{60} = 0,46 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки із прокату

$$S_{заг} = 2,19 + 0,46 = 2,65 \text{ грн.}$$

Другий варіант. Заготовка отримується штампуванням на кривошипному гарячештамповочному пресі.

Вибираємо клас точності поковки. При отриманні поковки методом відкритого штампування клас точності - Т3, [4].табл. 19;

- група сталі - М1 (сталь із масовою долею вуглецю до 0,35%);

- ступінь складності. Визначається на основі об'єму заготовки до об'єму геометричної фігури, в яку вписується форма поковки (рис. 2.2).

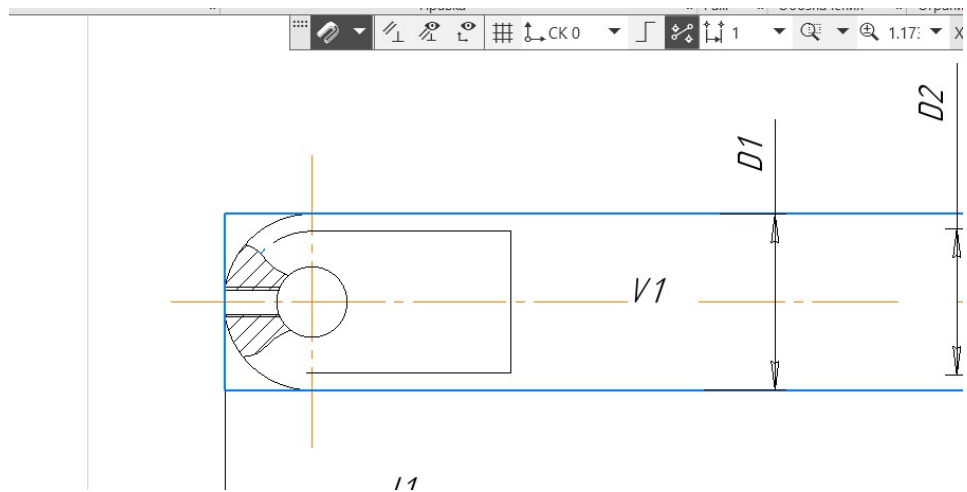


Рис. 2.2 - Визначення ступеня складності поковки

Об'єм заготовки визначається за формулою: 12

$$\begin{aligned}
 V_{заг} &= \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot l_1 + \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot l_2 + \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot l_3 = \\
 &= \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} \cdot 0,136 + \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} \cdot 0,012 + \frac{3,14 \cdot 0,024^2}{4} \cdot 0,012 = \\
 &= 0,00010739 \text{ м}^3.
 \end{aligned}$$

$$\text{Об'єм фігури } V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} \cdot 0,16 = 0,00011304 \text{ м}^3$$

$$\text{При відношенні } \frac{V_{II}}{V_{\Phi}} = \frac{0,00010739}{0,00011304} = 0,95 \geq 0,63 \text{ – ступінь складності –}$$

С1.

Орієнтовна маса поковки  $M_{np}$  визначається за формулою:

$M_{np} = M_{\partial} \cdot \kappa_p$ , де  $M_{\partial}$  - маса деталі,  $M_{\partial} = 0,88$  кг;  $\kappa_p$  - розрахунковий коефіцієнт,  $\kappa_p = 1,4$  [4], табл.20.

$$M_{np} = 0,88 \cdot 1,4 = 1,232 \text{ кг}$$

Загальні припуски визначаємо по ГОСТ 7505-71, розрахунок розмірів заготовки зводимо у табл.2.1.

Конфігурація поверхні роз'єму штампа – плоска.

Визначаємо вихідний індекс. Для групи сталі М1, степені складності С1, класу точності Т3 вихідний індекс – 10 [4].

Таблиця 2.2 – Розрахунок розмірів заготовки

Розмір	Номінальний розмір, мм	Шорсткість, Ra ,мкм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки, мм
Діаметр D1	Ø30	2,5	(1,4 + 0,2)×2	Ø33,2
Діаметр D2	Ø25	1,25	(1,5 + 0,2)×2	Ø28,4
Діаметр D3	Ø24	3,2	(1,4 + 0,2)×2	Ø27,2
лінійний р-р l1	136	6,3	1,6	137,6
лінійний р-р l2	12	6,3	1,4	12,4
лінійний р-р l3	12	6,3	1,4	12,4

Собівартість заготовки:

$$S_{заг} = \left( \frac{C}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{омх}}{1000},$$

де  $k_m, k_c, k_g, k_n$  - розрахункові коефіцієнти від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу, об'єму виробництва заготовок;

$$k_m = 1,05; k_c = 1,0; k_g = 1,0; [3], \text{ табл.2.10};$$

$$k_n = 1,0; k_n = 1,0 [3], \text{ табл.2.8.}$$

$C$  - вартість 1 т заготовки, що отримується штампуванням,  $C = 3730$  грн./т [3], с.31.

$$S_{омх} - \text{вартість 1 т відходів: } S_{омх} = 240 \text{ грн/т.}$$

$Q$  - маса заготовки, кг;  $q$  - маса деталі, кг.

$$S_{заг} = \left( \frac{3730}{1000} \cdot 1,232 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,130 \cdot 0,8 \right) - (1,232 - 0,88) \frac{240}{1000}$$

$$= 3,36 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт застосування матеріалу:

$$K_m = \frac{q}{Q},$$

де  $q$  – вага,  $q = 0,88$  кг;  $Q$  - вага заготовки,  $Q = 1,232$  кг

$$K_m = \frac{0,88}{1,232} = 0,71$$

Як видно із розрахунків, собівартість заготовки, отриманої із прокату, є меншою за собівартість заготовки-штамповки, тому вибираємо заготовку згідно першого варіанту.

Оскільки деталь належить до типу "валів" і не має великих перепадів діаметрів, то згідно рекомендацій наданих [3, с.26] найбільш оптимальною заготовкою є круглий гарячекатаний прокат підвищеної або нормальної точності ГОСТ 26492-85). Тому в якості заготовки вибрано круглий гарячекатаний прокат нормальної точності діаметром 34 мм.

## 2.2 Вибір технологічних баз

Призначення технологічних баз є одним з найвідповідальніших етапів проектування технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей. Від того, наскільки правильно вибрані бази, залежить точність виконання розмірів, заданих конструктором, правильність відносного розташування оброблюваних поверхонь, складність верстатних пристроїв, загальна продуктивність обробки заготовок.

Вихідними даними для вибору технологічних баз є креслення деталі та попередньо розроблений маршрут механічної обробки.

При виборі технологічних баз для обробки деталі «Шток» застосовуємо рекомендації з базування деталей класу «Вали», що дані в [1].

Чистові бази зобов'язані мати найбільшу точність розмірів та найменшу шорсткість поверхонь, також забезпечувати надійне закріплення деталі.

За чорнові бази приймаються поверхні, що загалом не обробляються або мають найменший припуск на обробку.

Бази для проміжних операцій вибираються із умови забезпечення точності та якості обробки допоміжних поверхонь.

### 2.3.1 Вибір баз для кінцевої обробки

На завершальних операціях обробки штока виконується шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 30h8$  та  $\varnothing 25h8$ . При обробці цих поверхонь заготовка базується на центрові отвори. Схема базування приведена на рис. 2.3.

За чорнові бази для виконання першої операції вибираємо зовнішню необроблену циліндричну поверхню заготовки та торець [1] (Рис.2.4).



Рис. 2.3 – Схема базування на чистовій операції

На проміжних операціях обробки фланця для базування використовуємо оброблену поверхню торця та оброблену зовнішню циліндричну поверхню (Рис.2.5).



Рис. 2.4 – Схема базування на чорновій операції

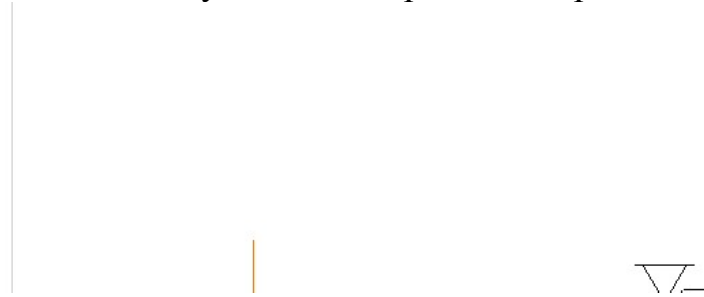


Рис. 2.5 – Схема базування для проміжних операцій

### 2.3 Установлення планів оброблення поверхонь

Таблиця 2.3 – Плани обробки поверхонь

№ п/п.	Назва елемента	Квалітет точності	Шорсткість $R_A, \mu\text{м}$	Методи обробки
1	2	3	4	5
1.	Торці	IT14/2	6,3	1. Точіння чорнове. 2. Свердлування центрального отвору.
2.	Різьба	6g	1,6	1. Точіння чистове. 2. Нарізання різьби
3.	Канавка	IT14/2	6,3	1. Точіння чорнове.
4.	Гладка циліндрична поверхня	h8	2,5	1. Точіння чорнове. 2. Точіння чистове. 3. Шліфування
5.	Торець	IT14/2	6,3	1. Точіння чорнове.
6.	Торець	IT14/2	6,3	1. Точіння чорнове.

Закінчення табл.2.3

1	2	3	4	5
7.	Гладка циліндрична поверхня	h8	1,25	1.Точіння чистове 2.Точіння чистове 3.Шліфування
8.	Лиска	IT14/2	6,3	1.Фрезерування чорнове.
9.	Циліндричний отвір	IT14/2	6,3	1.Свердлування отвору.
10.	Сфера	IT14/2	6,3	1.Точіння чорнове.
11.	Різьба	6g	3,2	1. Свердлування отвору 2. Нарізання різьби
12.	Торець	IT14/2	6,3	1. Точіння чорнове. 2.Свердлування центрового отвору.
13.	Фаска	IT14/2	3,2	1.Точіння чорнове.

#### 2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко – економічне обґрунтування

Визначення собівартості операції механічної обробки проводиться згідно формули:

$$C_o = C_{n.-з.} \cdot t_{шт.-к.} / 60 \cdot K_e,$$

де  $C_{n.-з.}$  – приведені затрати на 1 год. роботи, коп./год.;

$K_e$  – коефіцієнт виконання норм,  $K_e = 1,3$ .

Розглядаємо варіанти оброблення:

- 1 На верстаті з ЧПК HAAS ST-10;
- 2 На верстаті універсальному токарно-гвинторізному 1A616.

Перший варіант.

$$C_{n.в.} = C_3 + C_{ч.з} + E_n(K_c + K_3),$$

де  $C_{л.в}$  - годинні затрати, коп./год;

$C_3$  – допоміжна і основна зарплата, коп./год;

$C_{ч.з}$  - витрати на експлуатацію, коп./год;

$E_n$ - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень,  $E_n=0,15$  [3],с.39;

$K_C, K_3$ - годинні капітальні вкладення у верстат і в будівлю, коп./год.

$$C_3 = \varepsilon \times C_{т.ф.} \times k \times y,$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт, враховуючий додаткову зарплату, що дорівнює 9%, нарахування на соціальне страхування 7,6%, приробіток до основної заробітної плати у результаті перевиконань норм на 30%,  $\varepsilon=1.53$  [3],с.39.

$C_{т.ф.}$ - годинна тарифна ставка,  $C_{т.ф.}=50,3$  коп./год, [3],с.40.

$k$  - коефіцієнт, враховуючий заробітну плату робітника, що проводить налагоджування,  $k=1$ , [3],с.40.

$y$  – коефіцієнт, враховуючий оплату робітника при обслуговуванні кількох верстатів,  $y=0,65$ , [3],с.40].

$$C_3 = 1,53 \times 50,3 \times 1 \times 0,65 = 50,02 \text{ коп./год.}$$

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.н} \cdot k_m$$

де  $C_{ч.з.}$ - годинні витрати на робочому місці, що взяте за базове, коп./год.,

$$C_{ч.з}^{б.н} = 36,3 \text{ коп./год;}$$

$k_m$ - коефіцієнт,  $k_m=1,6$ , [3],с.147.

$$C_{ч.з.} = 36,3 \times 1,6 = 58,08 \text{ коп./год.}$$

$$K_C = \frac{100 \cdot Ц}{F_d \cdot \eta_3},$$

де  $Ц$  - балансова ціна верстата,  $Ц=5450$ грн., [3],с.163.

$F_d$  - річний фонд часу,  $F_d=2030$  год.

$\eta_3$  - коефіцієнт завантаження,  $\eta_3=0,8$ , [3],с.43.

$$K_C = \frac{100 \cdot 5450}{2030 \cdot 0.8} = 335.59 \text{ коп./год.}$$

$$K_3 = \frac{100 \cdot F \cdot 78.4}{F_D \cdot \eta_3},$$

де  $F$ -виробнича площа, що займає верстат із врахуванням проходів та проїздів,  $\text{м}^2$ ,

$$F = F_B \cdot K_B,$$

де  $F_B$ -площа верстата,  $\text{м}^2$ ,  $F_B=3,98$ , [3],с.163.

$K_B$ - коефіцієнт, що враховує додаткову площу,  $K_B=3,5$ , [3],с.43.

$$F = 3.98 \cdot 3.5 = 13.93 \text{ м}^2,$$

$$K_3 = \frac{100 \cdot 13.93 \cdot 78.4}{2030 \cdot 0.8} = 67.25 \text{ коп./год.}$$

$$C_{п.в1} = 50,02 + 58,08 + 0,15 \cdot (335,59 + 67,25) = 168,53 \text{ коп./год.}$$

Другий варіант.

$$C_{т.ф.} = 60,6 \text{ коп./год.}, [3], \text{с.40.}$$

$$y = 1, [3], \text{с.40.}$$

$$C_3 = 1,53 \times 60,6 \times 1 \times 1 = 92,72 \text{ коп./год.}$$

$$\kappa_m = 1,6, [3], \text{с.147.}$$

$$C_{ч.з.} = 36,3 \times 1,6 = 58,08 \text{ коп./год.}$$

$$Ц = 1750 \text{ грн.}, [3], \text{с.163.}$$

$$K_C = \frac{100 \cdot 1750}{2030 \cdot 0.8} = 107.8 \text{ коп./год.}$$

$$F_B = 1,99 \text{ м}^2, [3], \text{с.164.}$$

$$K_B = 4, [3], \text{с.43.}$$

$$F = 1,99 \times 4 = 7,96 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = \frac{100 \cdot 7.96 \cdot 78.4}{2030 \cdot 0.8} = 38.43 \text{ коп./год.}$$

$$C_{н.62} = 92,72 + 58,08 + 0,15 \times (107,8 + 38,43) = 172,73 \text{ коп./год.}$$

Отже враховуючи те, що  $C_{n.62}=172 > C_{n.61}=168$  приймаємо операцію 010 токарна, що буде виконуватись на верстаті з ЧПК.

Маршрут обробки, вибране устаткування, інструмент записуємо у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічний маршрут оброблення деталі «Шток»

№ операції	Назва і зміст операції	Установча база	Пристрій	Інструмент	
				різальний	вимірювальний
1	2	3	4	5	6
005	<u>Токарна з ЧПК</u> Установ А 1.Точити торець 2.Свердлувати центровий отвір Установ Б 1Встановити деталь на обертовий центр 2.Точити начорно Ø34 3. Точити начисто Ø32,8 4. Точити начорно Ø26,8 5. Точити начисто Ø24 6.Точити начорно Ø 7.Точити канавку 3 8. Точити різьбу М24-7h	Зовнішня циліндрична поверхня Ø34	Трикулачковий патрон	Різець підрізний, Свердло Ø5 Різець прохідний Різець канавковий Різець різьбовий .	-
010	Токарна з ЧПК Точити торець Свердлувати центровий отвір Свердлувати отвір Ø4 Нарізати різьбу М5-7g	Зовнішня циліндрична поверхня Ø34	Трикулачковий патрон	Різець підрізний, Свердло Ø4 Мітчик М5	
015	<u>Горизонтально – фрезерна</u> 1.Фрезерувати лиски b= 18 мм	Зовнішні циліндр. поверхні Ø30,8, упор в торець	Спеціальний пристрій	Набір дискових фрез з твердо – сплавними пластинами	Штангенциркуль

020	Вертикально-свердлувальна 1.Свердлувати отвір Ø12мм,	Зовнішні циліндр. поверхні ø30,8	Спеціальний пристрій	Свердло	
025	Термообробка	-	-	-	-
030	Круглошліфувальна Чорнове і чистове шліфування поверхонь Ø30h8, Ø25h8	Центрові отвори	Оберткові центра	Шліфувальний круг	Калібр-скоба

## 2.5 Розрахунок припусків

### 2.5.1 Розрахунок припуску на оброблення торця в розмір $160h_{12(-0,3)}$ мм

Маршрут обробки поверхні

- точіння торця чорнове;

Мінімальний припуск знаходимо із формули:

$$Z_{\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_{y_i},$$

де  $R_{z_{i-1}}$  - висота мікронерівностей після попереднього переходу;  $h_{i-1}$  - глибина дефектного шару після попереднього переходу,  $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  - сумарна похибка відхилення поверхонь після попереднього переходу, мкм;  $\varepsilon_{y_i}$  - похибка встановлення заготовки на переході, що виконується, мкм.

Розрахунок припусків ведемо у послідовності [3].

Встановлюємо значення складових припуску.

Заготовка: метод отримання – прокат.

$$R_{z_{заг}} = 160 \text{ мкм}, h_{заг} = 250 \text{ мкм} [7], \text{ табл.7.}$$

Просторову похибку заготовки визначаємо за формулою

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \Delta_{кор.},$$

де  $\Delta_{кор}$  - кривизна заготовки,  $\Delta_{кор} = \Delta_{\kappa} \cdot L$ ,

де  $\Delta_{\kappa}$  - відносне викривлення заготовки;  $\Delta_{\kappa} = 1,0$  мкм/мм [7], табл. 16

$L$  – довжина заготовки,  $L = 160$  мм;

$$\Delta_{кор} = 1 \cdot 160 = 160 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \Delta_{кор} = 160 \text{ мкм}$$

Допуск на розмір заготовки  $T_{заг} = 1600$  мкм.

а). Точіння торця :

$$R_{точ.} = 50 \text{ мкм.}; h_{точ.} = 50 \text{ мкм} \quad [7], \text{ табл.10 .}$$

Похибка просторова  $\Delta_{\Sigma_{чорн.}} = \Delta_{заг} \cdot K_y$ ,

де  $K_y$  – коефіцієнт уточнення,  $K_y = 0,06$  [7], табл. 29;

$$\Delta_{\Sigma_{чорн.}} = 160 \cdot 0,06 = 10 \text{ мкм.}$$

Похибка установки заготовки в трьохкулачковому патроні = 110 мкм [7], табл.13.

Допуск на перехід  $T_{точ.} = 400$  мкм..

Знайдені значення складових припуску записуємо в табл. 2.7.

Знаходимо мінімальний припуск для точіння чорнового:

$$Z_{i \text{ min чорн.}} = 160 + 250 + 160 + 110 = 680 \text{ мкм}$$

Визначаємо розрахункові розміри. У графу “Розрахунковий розмір” для останнього переходу (точіння) записуємо найменший граничний розмір деталі:

$$L_{p. \text{ дет.}} = 160,0 - 0,4 = 159,6 \text{ мм.}$$

Для переходу перед кінцевим розраховуємо розмір додаванням до найменшого граничного розміру розрахункового припуску:

$$L_{p. \text{ заг.}} = 159,6 + 0,68 = 160,28 \text{ мм}$$

Знаходимо найменші граничні розміри по технологічним переходам при заокругленні розрахункових розмірів у більшу сторону до знаку, з яким дається допуск на відповідний розмір:

$$L_{нм\ det.} = 159,4 \text{ мм};$$

$$L_{нм\ заг.} = 160,1 \text{ мм}.$$

Таблиця 2.5 - Розрахунок припусків на обробку торця в розмір

160h12 (-0,4)мм

Технолог. переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, Лмм	Допуск Т	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	$R_{z_{i-1}}$	$h_{i-1}$	$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$	$\varepsilon_i$				Нм.	Нб.	Нм.	Нб.
Заготовка	160	250	160			160,028	1600	160,1	161,7		
Точіння чорнове	50	50	10	110	680	159,6	400	159,6	160	0,5	1,7
Всього:										0,5	1,7

Знаходимо найбільші граничні розміри при додаванні допуску до заокругленого граничного найменшого розміру:

$$L_{нб\ det.} = L_{нм\ det.} + T_{det.} = 73,38 + 0,62 = 74,0 \text{ мм};$$

$$L_{нб.заг.} = H_{нм\ заг.} + T_{заг.} = 74,0 + 1,4 = 75,4 \text{ мм}.$$

Знаходимо максимальні припуски як різницю максимальних розмірів попереднього та виконуваного переходів:

$$Z_{нб\ чорн.} = L_{нб\ заг.} - L_{нб\ det.} = 161,7 - 160,0 = 1,7 \text{ мм}$$

Знаходимо мінімальні припуски як різницю мінімальних розмірів попереднього та переходу, що виконується:

$$Z_{нм\ чорн.} = L_{нм\ заг.} - L_{нм\ det.} = 160,1 - 159,6 = 0,5 \text{ мм}$$

Перевірка правильності розрахунку:

$$T_{заг.} - T_{det.} = Z_{нб.заг.} - Z_{нм.заг.}$$

$$1,6 - 0,4 = 1,7 - 0,5 - \text{розрахунок виконано правильно.}$$

Визначаємо номінальний загальний припуск:

$$Z_{ном.} = Z_{ном. заг} + H_3 - H_0,$$

де  $H_3$  – відхилення заготовки (нижнє),  $H_3 = 0,5$  мм;

$H_0$  – відхилення деталі (нижнє),  $H_0 = 0,4$  мм

$$Z_{ном.} = 0,5 + 0,5 - 0,4 = 0,6 \text{ мм.}$$

Визначаємо розмір заготовки номінальний:

$$L_{ном. заг.} = L_{ном. дет.} + Z_{ном} = 160,0 + 0,6 = 160,6 \text{ мм}$$

Побудуємо схему припусків, допусків і граничних розмірів при обробці торців в розмір  $160_{-0,4}$  мм. (рис. 2.7).

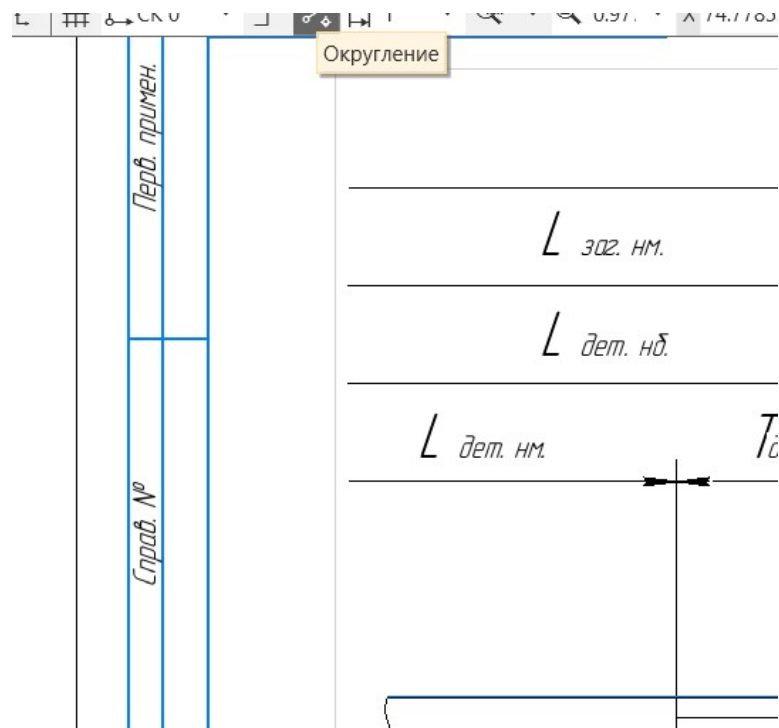


Рис. 2.7 - Схема припусків, допусків та граничних розмірів при обробці торців в розмір  $160_{-0,4}$  мм

### 2.6.3 Визначення припусків табличним методом

Призначаємо припуски на оброблювані поверхні згідно рекомендацій [5]. Результати заносимо у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахункові та табличні припуски на поверхні заготовки деталі «Шток»

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск
		Табличний	Розрахунковий	
1	2	3	4	5
Торець	160	2,0	1,7	+0,9 - 0,5
Зовнішня циліндрична поверхня	Ø30	2× 2,0	-	+1,2 -0,6

### 2.7 Призначення режимів різання

При призначенні режимів різання застосовуємо вибір режимів за програмою Coro Plus Tool Guide від Sandvik Coromant і традиційну методику за [7].

На технологічних операціях обробки деталі «Шток» застосовуємо інструменти фірми Sandvik Coromant.

Матеріал деталі - сталь 45, за класифікацією Sandvik Coromant – низьколегована сталь P2.1.Z.AN.

1. Точіння торця. Різець T-Max R PRDCN 2525M 12, RCMT 12.04 MP-N7 4425  
 $V=284$  м/хв.  $S=0,726$  мм/об.  $t=1,5$  мм.

ОБРАБОТКА ТОРЦА ПРУТКА

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ПОДРЕЗКА ТОРЦА / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

РЕЗ

175 HB  
P2 1.2 AN  
Низколегированная сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS 34 mm  
Ширина WIDTH 1.5 mm  
Значение шероховатости Ra RRA  $\mu\text{m}$

T-Max P  
PRDCN 2525M 12 Инструмент  
RCMT 12 04 MP-N7 4425 Пластина  
Rectangular shank -metric: 25 x 25  
Интерфейс со стороны станка Rectangular shank -metric: 25 x 25

ШАГИ 1  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА  
Скорость резания VC 284 m/min  
Подача на оборот FN 0.726 mm  
Число проходов в направлении AP 1

2. Чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 34$  мм.

Різець T-Max R PRGCR 2525 M16, RCMT 16.06 MP-M3 4425

$V=327\text{ м/хв}$ ,  $S=0,661\text{ мм/об}$ ,  $t=1\text{ мм}$

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

РЕЗ

175 HB  
P2 1.2 AN  
Низколегированная сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS 34 mm  
Обработанный диаметр DME 32 mm  
Обрабатываемая длина LM 100 mm  
Шероховатость Ra в продольном направлении  $\mu\text{m}$

T-Max P  
PRGCR 2525M 16 Инструмент  
RCMT 16 06 MP-M3 4425 Пластина  
Rectangular shank -metric: 25 x 25  
Интерфейс со стороны станка ADINTMS Rectangular shank -metric: 25 x 25

ШАГИ 1  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА  
Скорость резания VC 327 m/min  
Подача на оборот FN 0.661 mm  
Число проходов в направлении AP 1

3. Чистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 30,8$  мм.

Різець T-Max R PRGCR 2525M 16, RCMT 16.06 MP-M3 4425

$V=356\text{ м/хв.}$ ,  $S=0,632\text{ мм/об.}$ ,  $t=0,6\text{ мм}$

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

PE:

Обрабатываемый диаметр DMS: 32 mm

Обработанный диаметр DME: 30.8 mm

Обрабатываемая длина LM: 100 mm

Шероховатость Ra в продольном направлении:  $\mu\text{m}$

Т-Max P

PRGCR 2525M 16 Инструмент

RCMT 16 06 MP-L3 4425 Пластина

Rectangular shank - metric: 25 x 25

Интерфейс со стороны станка ADINTMS: Rectangular shank - metric: 25 x 25

Стойкость, дет.: 465

ШАГИ: 1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC: 356 m/min

Подача на оборот FN: 0.632 mm

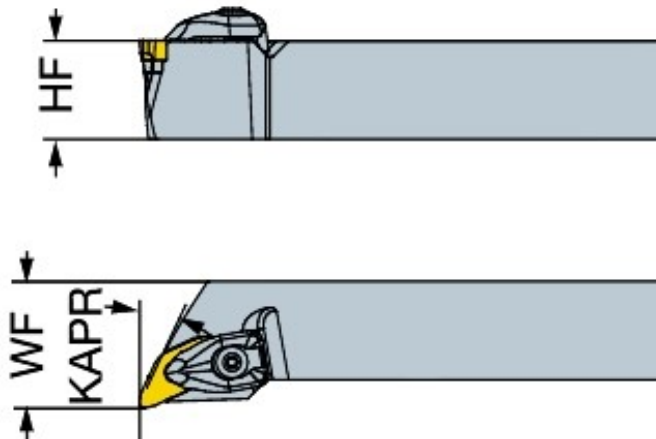
Число проходов в направлении AP NORAP: 1

Глубина резания AP: 0.6 mm

4. Чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 30,8\text{мм}$  на довжину 24 мм

Різець Coro Turn Prime CP-25BR 2020-11, CP-B1108-M5 4425

$V=339\text{ м/хв}$ ,  $S=0,25\text{ мм/об}$ ,  $t=1,9\text{ мм}$



ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С УСТУПОМ

TURNING EXTERNAL LONGITUDINAL AND FACING BACKWARD / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

PE:

Обрабатываемый диаметр DMS: 30.8 mm

Обработанный диаметр DME: 27 mm

Обрабатываемая длина LM: 24 mm

Мах радиус при вершине REX: 1 mm

Шероховатость Ra на торцевой поверхности:  $\mu\text{m}$

CoroTurn Prime

CP-25BR-2020-11 Инструмент

CP-B1108-M5 4425 Пластина

Rectangular shank - metric: 20 x 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS: Rectangular shank - metric: 20 x 20

Стойкость, дет.: 1740 Поверхности

Время обработки: 00:00:948

ШАГИ: 1, 2

ВРЕЗАНИЕ ПО ДУГЕ

Скорость резания VC: 339 m/min

Подача на оборот FN: 0.25 mm

Число проходов в направлении AP: 1

PrimeTurning™ требует специализированный метод программирования. Узнайте больше

5. Чистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні Ø25,8  
 Різець Coro Turn Prime CP-25BR 2020-11, CP-B1108-M5 4425  
 $V=324\text{ м/хв}$ ,  $S=0,255\text{ мм/об.}$ ,  $t=0,6\text{ мм}$ .

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С УСТУПОМ

TURNING EXTERNAL LONGITUDINAL AND FACING BACKWARD / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

PE

175 HB  
P21 ZAN  
низколегированная сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 27 mm

Обработанный диаметр DME: 25.8 mm

Обрабатываемая длина LM: 24 mm

Макс радиус при вершине REX: 1 mm

Шероховатость Ra на торцевой:  $\mu\text{м}$

CoroTurn Prime

CP-25BR-2020-11 Инструмент

CP-B1108-M5 4425 Пластина

Rectangular shank - metric: 20 x 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. 2430

Rectangular shank - metric: 20 x 20

PrimeTurning™ требует специализированный метод программирования. Узнайте больше

ШАГИ 1 2

ВРЕЗАНИЕ ПО ДУГЕ

Скорость резания VC: 324 m/min

Подача на оборот: 0.258

6. Чистове точіння зовнішньої циліндричної поверхні Ø24 мм на довжину 12 мм  
 Різець Coro Turn Prime CP-25BR 2020-11, CP-B1108-M5 4425  
 $V=302\text{ мм/хв.}$ ,  $S=0,25\text{ мм/об.}$ ,  $t=0,9\text{ мм}$

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С УСТУПОМ

TURNING EXTERNAL LONGITUDINAL AND FACING BACKWARD / СМЕННАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

PE

175 HB  
P21 ZAN  
низколегированная сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 25.8 mm

Обработанный диаметр DME: 24 mm

Обрабатываемая длина LM: 12 mm

Макс радиус при вершине REX: 1 mm

Шероховатость Ra на торцевой:  $\mu\text{м}$

CoroTurn Prime

CP-25BR-2020-11 Инструмент

CP-B1108-M5 4425 Пластина

Rectangular shank - metric: 20 x 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. 5370

Rectangular shank - metric: 20 x 20

PrimeTurning™ требует специализированный метод программирования. Узнайте больше

ШАГИ 1 2

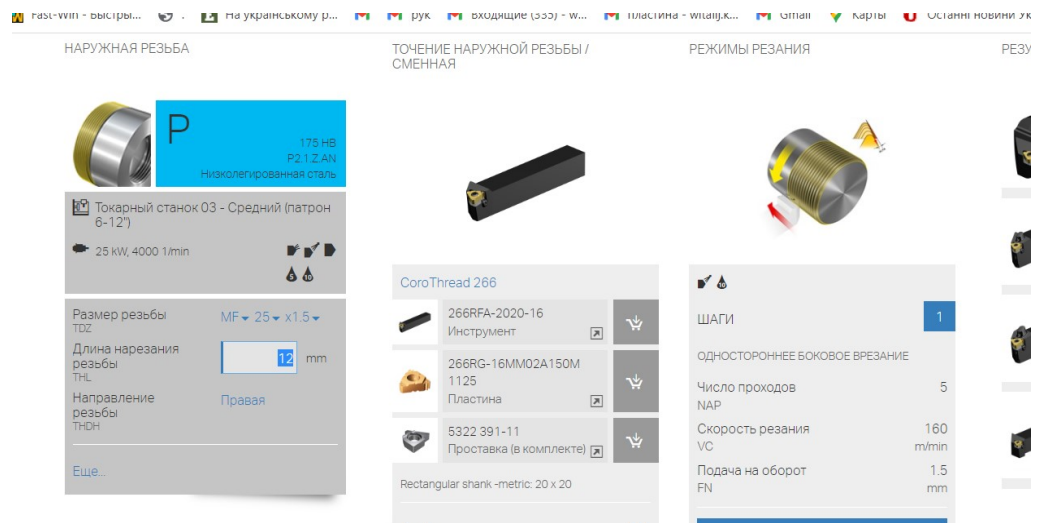
ВРЕЗАНИЕ ПО ДУГЕ

Скорость резания VC: 302 m/min

Подача на оборот: 0.25

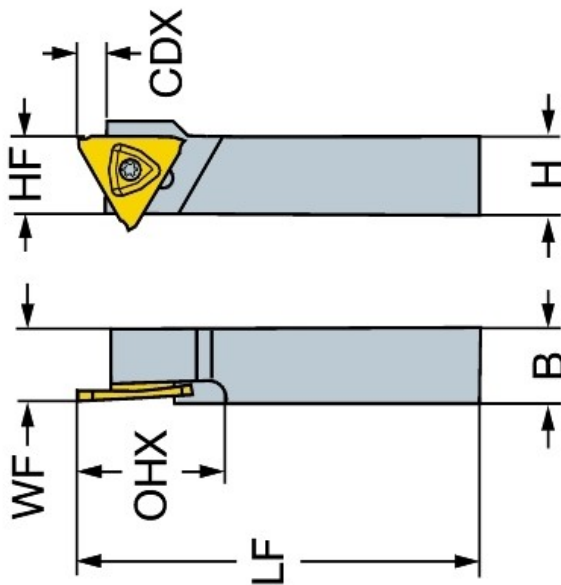
7. Нарізання різьби M24-6g

Різець Coro Thread 266 266RFA-2020-16,  
 пластина 266RG-16MM02A150M 1125, проставка 5322391-11  
 $V=100$  м/хв.;  $S_o = 1,5$  мм/об.;  $i=5$

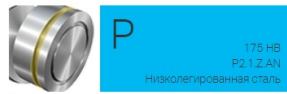


### 8. Точіння канавки $b = 3$ мм

Різець Coro Cut RF123T06-2020BM пластина N123T3-0100-RS 1125  
 $V=242$ м/хв.,  $S = 0,05$ мм/об.,  $n = 3660$  об./хв.



НАРУЖНАЯ КАНАВКА, ПОЛНЫЙ РАДИУС



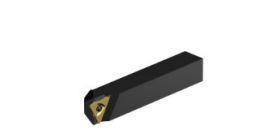
175 HV  
P2.1 ZAN  
низколегированная сталь

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 24 mm  
Обработанный диаметр DME: 21 mm

Еще...

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КАНАВОК / СМЕННАЯ



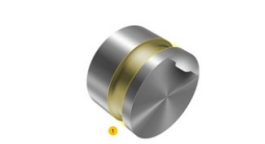
CoroCut 3

RF123T06-2020BM  
Инструмент

N123T3-0100-RS 1125  
Пластина

Rectangular shank -metric: 20 x 20

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ



ШАГИ 1

ОБРАБОТКА КАНАВОК

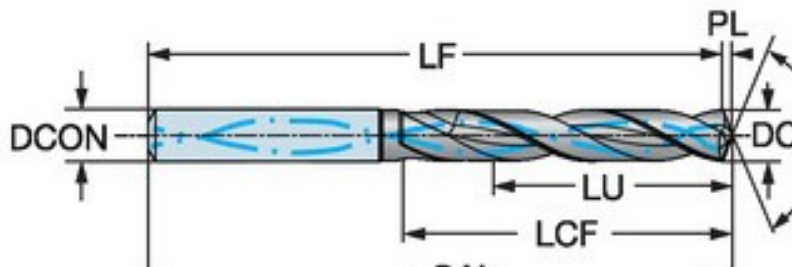
Скорость резания VC: 242 m/min  
Подача на оборот EM: 0.05

РЕЗУ

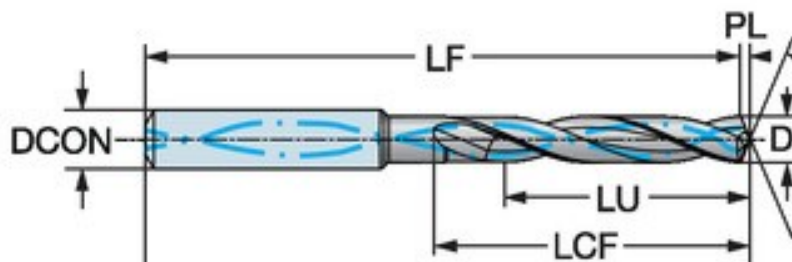
### 9. Сверловання отвору Ø12 мм

Свердло Corj Drill 860 860 1-1200-037A1-PM P1 BM

$V=171$  м/хв.,  $S=0,3$ мм/об.,  $S=1360$ мм/хв.,  $n=3660$  об/хв.



### 10. Сверловання центрального отвору Ø4



### 11 Нарізання різьби M5-7g

Мітчик Coro Tap 200 T200-PM100JA-M5 P1PM

$V=39,6$  м/хв.,  $S=0,8$  мм/об.,  $n=2560$  об/хв.



fast-win - выстры... На украинському р... рук входящие (333) - w... пластина - witalj.k... Gmail Карты Останні новин

РЕЗЬБА В СКВОЗНОМ ОТВЕРСТИИ НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ / ЦЕЛЬН. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Универсальный высокопроизводительный станок

200 kW, 10000 1/min  
200 kW, 500000 1/min

Хорошие условия

Размер резьбы T02 M 5

Длина нарезания резьбы TН 12 mm

Направление резьбы TНН Правая

Еще...

Tap shank JIS -metric: 5.50 x 4.50

Стойкость дет. TLIFEC 2970 Резьба

Время обработки на элемент TMF 00.02.034 мин:с

Создайте инструментальную сборку

ШАГИ 1

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ

Скорость резания VC 39.6 m/min

Подача на оборот FN 0.8 mm

Показать подробности

Информация

## 12. Призначення режимів різання табличним методом [9]

Фрезерування лисок  $b = 18$ .

Інструмент – фреза дискова трьохстороння твердосплавна із механічним кріпленням твердосплавних пластин  $\varnothing 125$  мм ГОСТ28437-90.

$b = 52$  мм,  $t = 6$  мм,  $S_z = 0,06$  мм/зуб;  $V = 260$  м/хв, [9] карта Ф-4, с. 96

Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D_{fp}} = \frac{1000 \cdot 260}{3,14 \cdot 125} = 661 \text{ об/хв.}$$

По паспорту верстата приймаємо 650 об/хв.

Дійсна швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{fp} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 650}{1000} = 255,1 \text{ м/хв}$$

Потужність різання

$$N_o = E \frac{V \cdot b \cdot z}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де  $E$  - таблична величина,  $E=0,1$ ; карта Ф-5, с.101[9],  $b$  – ширина фрезерування,  $b = 52$  мм,  $z$  = число зубців фрези,  $z = 8$ .  $K_1 = 1,2$ ,  $K_2 = 0,95$

$$N_o = 0,06 \frac{255,1 \cdot 52 \cdot 8}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 7,25 \text{ кВт}$$

Всі режими різання зводимо у табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Зведені дані по режимам різання

Операція, перехід	$t$ , мм	$S_o$ , мм/об	$S_{xв}$ , мм/хв	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ хв.
005Токарна з з ЧПК						
1.Точити торець	1,5	0,726	1930	2660	284	0,018
2. Свердлувати центровий отвір	2,0	0,1	636	6369	80	0,009
3.Точити зовнішню циліндричну поверхню начорно Ø34	1,0	0,661	2024	3062	327	0,08
4Точити зовнішню циліндричну поверхню Ø30,8 начисто	0,6	0,632	2326	3680	351	0,07
5Точити зовнішню циліндричну поверхню Ø26,8 начорно	1,9	0,25	876	3500	339	0,03
6.Точити зовнішню циліндричну поверхню Ø25,8 начисто	0,6	0,255	1019	4000	328	0,026
7.Точити зовнішню циліндричну поверхню Ø24 начисто	0,9	0,25	1001	4007	302	0,03
8.Точити канавку $b=3$	3	0,05	220	3600	242	0,009
9. Точити різьбу М24-7g	0.3	1,5	1910	1326	100	0,015

010 Токарна з ЧПК						
1.Точити торець L=160	1,5	0,726	1930	2660	284	0,018
2. Свердлувати центровий отвір	2,0	0,1	636	6369	80	0,09
3.Свердлувати отвір Ø4,2 на l = 18 мм	2,0	0,1	636	6369	80	0,03
4. Нарізати різьбу M5-7H	0,75	0,8	2048	2560	39	0,01
5.Точити сферу R15 мм	1,0	0,5	1160	2326	356	0,2
015 Горизонтально-фрезерна						
1.Фрезерувати дві лиски	6	0,06	312	650	255	0,2
020 Вертикально-свердлувальна						
1.Свердлувати отвір Ø12 мм напрохід	6	0,3	1300	360	171	0,15
025 Круглошліфувальна						
1.Шліфувати зовнішню циліндричну поверхню Ø25h8 начорно, начисто	0,4	0,01	445	35 м/хв	35м/с	0,6
2.Шліфувати зовнішню циліндричну поверхню Ø30h8 начорно, начисто	0,4	0,01	361	35 м/хв	35м/с	0,6

## 2.8 Технічне нормування операцій

Для серійного виробництва рахуємо штучно-калькуляційний час  $T_{шт.к.}$

$$T_{шт.к.} = (T_{шт} + T_{п.з.}/n),$$

де  $T_{шт.}$  - штучний час оброблення, хв.;

$$T_{шт.} = T_o + T_\partial + T_{обс.} + T_{відп.},$$

де  $T_o$  - час основний оброблення, хв.;  $T_\partial$  - час допоміжний оброблення, хв.;

Допоміжний час розраховується згідно формули:

$$T_\partial = T_{вст} + T_{з.о} + T_{кер} + T_{вим},$$

де  $T_{вст}$  - час, необхідний на установку і зняття деталі, хв.;  $T_{з.о}$  - час, що витрачається на закріплення та відкріплення деталі, хв.;  $T_{кер}$  - час на прийоми керування верстатом, хв.  $T_{вим}$  - час на контроль деталі, хв.  $T_{обс.}$  - час, що

необхідний на обслуговування робочого місця, хв.;  $T_{відп.}$  - час відпочинку, хв.

$T_{н.з.}$  - підготовчо-заключний час, хв.;  $n$  - кількість деталей в партії запуску, шт;

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi},$$

де  $N$  – річна програма, шт.;  $t_3$  - число днів запасу,  $t_3 = 12$ ;  $\Phi = 254$  - число робочих днів за рік.

$$n = \frac{10000 \cdot 12}{254} = 474 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 500 \text{ шт.}$$

### 2.8.1. Розрахунок норм часу на операцію 010 – Токарна з ЧПК

Основний час  $T_o = 0,349$  хв.

Допоміжний час  $T_g = T_{вст} + T_{кер} + T_{вим}$ ,

де  $(T_{вст} + T_{з.о})$  - час встановлення деталі у патрон і її затискування,  $(T_{вст} + T_{з.о}) = 0,18$  хв., [4], с.199;  $T_{кер}$  – час, необхідний на прийоми керування верстатом, об'єднує час на запуск верстата - 0,01 хв; час на рухи супорта у поздовжньому напрямку – 0,06 хв., у поперечному напрямку – 0,06 хв.; час на переміщення інструменту – 0,08 хв. [4], с.202...203

Тоді  $T_{кер} = 0,01 + 0,06 + 0,06 + 0,08 = 0,21$  хв.

$T_{вим}$  - час на контроль деталі – 0,20 хв.; тоді ,

$$T_d = (0,18 + 0,21 + 0,20) [4] 1,85 = 1,092 \text{ хв.}$$

Оперативний час  $T_{он.} = T_o + T_d$

$$T_{он.} = 0,349 + 1,092 = 1,441 \text{ хв.}$$

Час, необхідний на обслуговування робочого місця та відпочинок:

$$T_{об} + T_{від} = P_{об.від} \times (T_o + T_g) / 100,$$

де  $P_{об.від}$  - норматив при серійному виробництві;  $P_{об.від} = 6\%$ , [4], с.215.

$$T_{об} + T_{від} = 6/100 \times (0,349 + 1,092) = 0,086 \text{ хв.}$$

$$\text{Штучний час } T_{шт.} = 1,441 + 0,086 = 1,53 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час містить час на встановлення пристрою і налагоджування верстата - 16 хв.; час на отримання інструменту - 2 хв.; часу додаткових прийомів - 14 хв.

$$T_{n.-з.} = 16 + 2 + 14 = 32 \text{ хв.}$$

$$\text{Штучно-калькуляційний час на операцію } T_{шт.-к} = 1,53 + 32/50 = 2,16 \text{ хв.}$$

Норми часу на всі інші операції механічної обробки деталі «Шток» знаходимо таким же чином та заносимо у табл.7

Таблиця 7. Норми часу на операції

	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>			T <sub>в</sub>	T <sub>об+Твід,</sub> %	T <sub>шт</sub>	T <sub>п.з</sub>	T <sub>шт.к</sub>
		T <sub>вст+Тз</sub>	T <sub>кер</sub>	T <sub>вим</sub>					
005	0,92	0,901	0,02	0,18	1,32	7	1,32	16	1,35
010	6,32	0,34	0,02	0,5	1,53	7	8,46	16	8,49
015	8,15	0,08	0,02	1,1	2,57	7	10,45	16	10,48
020	1,5	0,08	0,02	0,15	2,25	6,5	2,4	16	2,43
025	2,84	0,055	0,02	0,12	1,42	6	3,42	13	3,45

## 2.8. Оформлення технологічної документації

На розроблений технологічний процес обробки деталі «Шток» оформляємо маршрутні карти, карти ескізів та операційні карти. Технологічна документація приводиться у додаткові Б.

# 1. Конструкторська частина

## 2.1 Проектування верстатного пристрою для фрезерування лисок

### 2.1.1 Вибір схеми базування

При обробці лисок (рис. 3.1) використовуємо схему базування циліндричної деталі на оброблений торець та оброблену циліндричну поверхню  $\text{Ø}30\text{h}8$ . Торцева поверхня лишає заготовку 3-х степенів вільності, зовнішня циліндрична поверхня - 2, тобто при даній схемі базування заготовка лишається 5-и степенів вільності.

Схема базування при обробці лисок приведена на рис. 3.1.

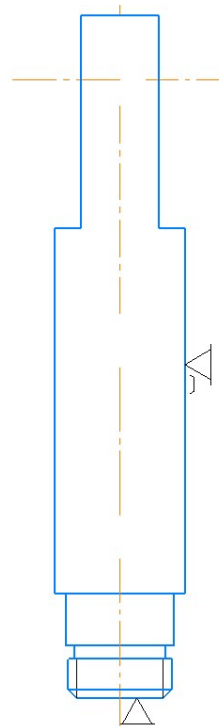


Рис. 3.1 – Схема базування заготовки при обробці поверхонь лиски

### 3.1.2 Вибір установочних елементів.

Установочними елементами пристрою являються призми та плоска поверхня пристрою, на яку деталь встановлюється торцем .

### 3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

При обробці пазу необхідно забезпечити точність виконання розміру між лисками  $b = 18$  та симетричність розміщення лисок відносно осі деталі.

Для виконання точності обробки умова:

$$\varepsilon_{\text{доп.}} \geq \varepsilon_y ,$$

де  $\varepsilon_{\text{доп.}}$  – допустима похибка:

$$\varepsilon_{\text{доп.}} = T - k \cdot \omega ;$$

де  $T$  – поле допуску розміру обробки,  $T = 100$  мкм;

$\omega$  – точність обробки на горизонтально-фрезерному верстаті мод. 6Н82Г,

$\omega = 0,01$  мм;

$k$  – поправочний коефіцієнт,  $= 1,0 \dots 1,1$  [11].

$$\varepsilon_{\text{доп.}} = 100 - 1,1 \cdot 10 = 89 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_y$  – похибка установлення заготовки.

Похибку установлення заготовки у пристрій встановлюємо по табл. 13 [7].

$$\varepsilon_y = 50 \text{ мкм.}$$

Умова  $\varepsilon_{\text{доп.}} \geq \varepsilon_y$  ( $89 > 50$ ) виконується, точність забезпечується.

### 3.1.4 Розробка схеми затиску заготовки

Схема затиску заготовки показана на рис. 3.2. Зусилля затиску прикладається до зовнішньої циліндричної поверхні діаметром  $\varnothing 30\text{мм}$ .

### 3.1.5. Розрахунок сили затиску заготовки

При фрезеруванні лисок на заготовку діють: складова сила різання  $P_z$ ; сила затиску  $W$ , що створює сили тертя  $F_T$  між циліндричною поверхнею заготовки та вертикальними поверхнями призм  $F_T$ .

Сила різання  $P_z$  створює момент різання  $M_p = P_z \times D_{\text{фр}}/2$ , сили тертя  $F_T$  створюють моменти тертя на поверхнях затискних призм  $M = F_T \times d$ .

Під дією всіх сил заготовка повинна зберігати рівновагу. Рівняння рівноваги має вигляд:

$$4F_T \frac{d}{2} \geq k \cdot P_z \frac{D_{\text{фр}}}{2},$$

де  $F_T$  - сила тертя на боковій поверхні призми;  $F_T = f_1 \cdot W \sin \alpha / 2$ ;

$f_1$  – коефіцієнт тертя на боковій поверхні,  $f_1 = 0,1$ ;  $d$  - діаметр базової поверхні,  $\alpha$  - кут призми,  $\alpha = 90^\circ$ .

$W$  – зусилля затиску, тоді

$$4 \cdot W \cdot f_1 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{d}{2} \geq k \cdot P_z \frac{D}{2}$$

Схема розрахунку сили затиску заготовки показана на рис. 3.2.

$k$  – коефіцієнт запасу, [11], с.266

Коефіцієнт запасу визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де  $k_0$  – гарантований коефіцієнт,  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  – коефіцієнт якості стану бази,  $k_1 = 1,0$  [11], с.267;

$k_2$  – коефіцієнт, враховуючий зростання сили різання від зношування різального інструменту,  $k_2 = 1,2$  [11], с.267;

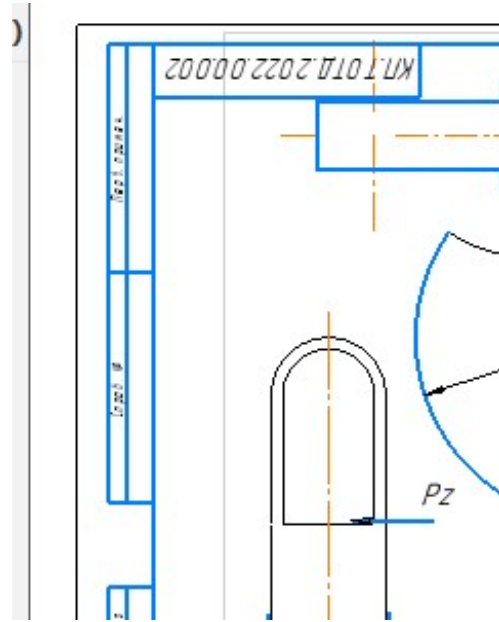


Рис.3.2 – Схема розрахунку сили затиску заготовки

$k_3$  – коефіцієнт, враховуючий умови оброблення при перервному різанні,  
 $k_3 = 1,1$  [11], с.267;

$k_4$  – коефіцієнт похибки затискного пристрою  $k_4 = 1,0$  [11], с.268;

$k_5$  – коефіцієнт, що характеризує степiнь зручності розташування рукояток у пристроєві;

$k_6$  – коефіцієнт розмірів базової поверхні,  $k_6 = 1,0$  [11], с.268.

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

Сила різання  $P_z = 1740$  Н

Підставляємо вирази для зусиль у рівняння рівноваги, отримаємо:

$$P_z \cdot 3 \cdot W \cdot f_1 \frac{d}{2} \geq k \cdot P_z \frac{D}{2}$$

Знаходимо зусилля затиску  $W$ :

$$W = \frac{k P_z \cdot D / 2}{4 \cdot f_1 \cdot \sin \alpha / 2 \cdot d / 2} = \frac{1,8 \cdot 1740 \cdot 0,0625}{4 \cdot 0,15 \cdot \sin 45^\circ \cdot 0,015} = 346 \text{ Н}.$$

### 3.1.6. Вибір затискного механізму та розрахунок параметрів приводу

Схема затискного механізму показана на рис. 3.3. Зусилля затиску забезпечується гвинтовим механізмом.

Момент, прикладений до гвинта, який необхідний для створення сили затиску  $W$ ;

$$M_p = W \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}),$$

де  $W$  – зусилля затиску;  $d_{cp}$  – середній діаметр різьби,  $\alpha$  – кут підйому

різьби,  $\operatorname{tg}\alpha = \frac{t}{\pi \cdot d_{cp}}$ , де  $t$  – крок різьби;

$\operatorname{tg}\varphi_{np} = \frac{f}{\cos \beta}$  – приведений кут тертя для профіля різьби.

Вибираємо по табл 5. [12] значення  $M_p$  :

$$M_p = 1,791 \cdot W = 1,791 \cdot 346 = 619.7 \text{ Н}$$

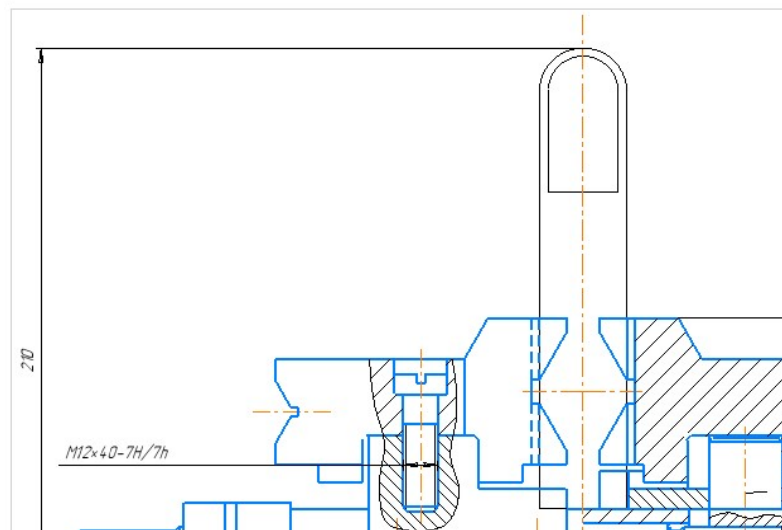


Рис. 3.3 – Схема затискного механізму

### 3.1.6. Опис конструкції і роботи пристрою

Пристрій призначений для установки деталі на горизонтально-фрезерній операції 025.

В якості пристрою для закріплення деталі при фрезеруванні вибрано – лещата гвинтові верстатні самоцентруючі з призматичними губками для круглих профілів 7200-0251 ГОСТ 21168-75.

Пристрій складається з корпусу, по направляючих якого з допомогою гвинта рухаються дві призми. Рух на призми передається від гвинта 4 через дві гайки.

Деталь встановлюється в призми до упора торцем в корпус лещат. При обертанні рукоятки гвинта гайки рухаються на зустріч одна одній, рух від гайок передається на призми, які при переміщенні назустріч затискують деталь.

Обертом рукоятки гвинта в зворотному напрямку система робить зворотній рух і звільняє деталь.

## 3.2 Проектування скоби для контролю діаметра $d_{30h8}$

### 3.2.1 Технічні умови для контролю

Необхідно виконати контроль розміру  $d = 30h8$ .

По ГОСТ 25347-82 находимо максимальні відхилення вала:  $\min = 40$  мкм,  $\max = 0$  мкм

Значить  $d_{\max} = 30,0$  мм,  $d_{\min} = 29,961$  мм

Згідно ГОСТ 24853-81 вибираємо дані для знаходження розмірів контр-калібрів і калібрів :  $H_1 = 7$  мкм,  $z_1 = 6$  мкм,  $y_1 = 5$  мкм,  $H_p = 2,5$  мкм.

### 3.2.2 Розрахунок калібр-скоби

Мінімальний розмір нової прохідної калібр-скоби:

$$PP_{\min} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_1}{2} = 30 - 0,006 - \frac{0,007}{2} = 29,9905 \text{ мм.}$$

Розмір калібру ПР, який ставиться на кресленні, при допускові на виробництво  $H_1 = 7$  мкм складає  $29,9905^{+0,007}$  мм.

Розміри виконавчі: мінімальний 29,9905 мм, максимальний 29,9975 мм.

Максимальний розмір калібр-скоби зношеної при допускові на зношування  $y_1 = 3$  мкм складає:

$$PP_{\max} = d_{\max} + y_1 = 30,0 + 0,005 = 30,005 \text{ мм.}$$

Мінімальний розмір калібр-скоби непрохідної

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 29,961 - \frac{0,007}{2} = 29,9575 \text{ мм.}$$

Розмір калібру НЕ, який ставиться на кресленні -  $29,9575^{+0,007}$  мм.

Розміри виконавчі: мінімальний 29,9575 мм, максимальний 29,9645 мм.

Розміри калібрів контрольних:

а) контроль сторони прохідної калібру:

$$(K - PP)_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_p}{2} = 30,0 - 0,006 + \frac{0,0025}{2} = 29,99525 \text{ мм.}$$

Розмір скоби  $K - PP$ , який ставиться на кресленні -  $29,99525_{-0,0025}$  мм.

б) Контроль сторони непрохідної калібру:

$$(K - HE)_{\max} = d_{\min} + \frac{H_p}{2} = 29,961 + \frac{0,0025}{2} = 29,96225 \text{ мм.}$$

Розмір скоби  $K - HE$ , який ставиться на кресленні -  $29,96225_{-0,0025}$  мм

в) Контроль зношування сторони прохідної калібру:

$$(K - II)_{\max} = d_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 30,0 + 0,005 + \frac{0,0025}{2} = 30,00625 \text{ мм.}$$

Розмір скоби  $K - II$ , який ставиться на кресленні -  $30,00625_{-0,0025}$  мм.

Позначення скоби-калібру. На калібрі проставляють: номінальний розмір деталі, позначення поля допуску (квалітет) деталі, величини крайніх відхилень величини виробу в мм, тип скоби (ПР, НЕ, К-И ), знак товарний заводу.

## 4. Охорона праці

### 4.1 Аналіз технологічного процесу з точки зору охорони праці.

Технологічний маршрут оброблення деталі «Шток» містить операції з процесу отримання заготовки, механічного оброблення на металорізальному обладнанні, контролю деталей, транспортних та складських операцій.

Технологічний процес має відповідати нормам та правилам з охорони праці.

Дуже важливе місце серед норм та правил має система стандартів з безпеки праці, що являє собою сукупність нормативів і законів, які націлені на всіляке забезпечення безпеки праці.

Нагляд і контроль за виконанням правил та норм здійснюють спеціально призначені державні інспекції і організації, що не мають впливу від діяльності підприємства; професійні союзи: підпорядковані їм правова і технічна інспекції праці.

Вищий нагляд за безумовним дотриманням законодавства щодо працю покладено на генерального прокурора.

Заготовка деталі отримується із круглого гарячекатаного прокату. При перевезенні заготовок на всі дільниці механічного оброблення застосовуються пересувні ручні візки.

При недотриманні правил використання візків, або через неухважність транспортників може появлятися небезпека виникнення травм робітників.

До шкідливих причин також можна віднести те, що при шліфувальній операції у атмосферу цеху попадає абразивний і металевий пил, тому можливе його потрапляння в організм робітника через дихальні шляхи і стравохід.

Також шкідливими виділеннями являються гази, що утворюються при випаровуванні охолоджуючих рідин при обробленні деталі, негерметичність акумуляторних батарей електрокар, що застосовуються для транспортування на склад великих об'ємів деталей.

Дуже небезпечним являється застосування використаних, за строком служби редукторів, тросів і таке інше. Існує небезпека враження електричним струмом від електричних установок – наприклад, термічних печей, установок для гартування деталей струмами з високою частотою; також є небезпека отримати опіки при роботі з печами. Необхідно старанно ознайомитись та вивчити і додержуватись технічних характеристик, умов експлуатації транспортних засобів і обладнання.

Для операцій механічних небезпечною являється зона різання, тому варто виконувати правила експлуатації даного виду обладнання. Небезпеку тут роблять органи верстатів, що переміщуються, та верстатні пристрої для закріплення деталі чи інструменту..

Механічне оброблення деталі «Шток» що виготовляється із матеріалу сталь 45 різцями утворює зливну стружку. Дана стружка має гострі краї, велику довжину та відзначається складністю її видалення із зони різання. Для подрібнення стружки і облегшення її видалення із зони оброблення необхідно застосовувати накладні стружколоми на різцях.

При вжитковій мастильно-охолоджувальній рідині допустиме її розбризкування, що являється небезпечним для органів зору працівника, а також може спричинити хвороби шкіри у оточуючих.

Також від'ємним фактом є виділення теплоти в зоні оброблення. Значне виділення теплоти в зоні оброблення при роботі на металорізальних верстатах та розліт розпечених частинок металу становить небезпеку для органів зору, а при потраплянні частинок розпеченого металу на шкіряний покрив можливе отримання опіків, тому слід використовувати захисні окуляри, захисну одягу із щільної тканини, яка має повністю покривати тіло працюючого.

Верстати споживають струм від електромережі, завжди є небезпека враження працюючих електричним струмом, необхідно обов'язково призначити для верстата захисне заземлення.

На фрезерних, свердлувальних, токарних операціях установочні пристрої для затиску деталі оснащуються пневматичним приводом, тому при миттєвому виключенні подачі стиснутого повітря можливе самовільне розкріплення деталі, що може бути причиною виробничого травматизму або ж нещасного випадку. Для запобігання цьому слід завбачити запобіжні пристрої, які б давали змогу захистити робітника у випадку виникнення аварійної ситуації або наперед попередити про небезпеку.

Технологічний процес, що розробляється, здійснюється без використання вибухонебезпечних, високотоксичних і інших рідин, що можуть зробити небезпечну ситуацію для людини. Всі можливі обставини, що являються небезпечними для праці і здоров'я працівників можна відвернути при дотриманні правил експлуатації устаткування та безпеки праці.

#### 4.2. Техніка безпеки при використанні верстатів дільниці

Безпека при роботі на верстатах дільниці механічної обробки забезпечується цілим комплексом виробничих заходів, основні з них:

- верстати повинні оснащуватись засобами безпеки при процесі проектування і виготовлення;
- необхідне здійснення заходів при правильній організації робочого місця верстатника;
- неухильне виконання умов безпечної роботи та гігієни праці при експлуатації верстатів.

Робочим місцем являється зона застосування праці певного робітника або групи робітників, та в якій розміщені матеріально-технічні засоби для виробництва.

Організацією робочого місця являється набір організаційних заходів, що мають забезпечувати оптимальний процес праці та результативне застосування предметів та засобів праці.

Небезпечним виробничим чинником є такий чинник, дія якого на робітника може привести до травм або ж до неочікуваного погіршення здоров'я.

Небезпечний виробничий чинник приводить до травм, а шкідливий виробничий чинник приводить до професійних захворювань.

Небезпечні виробничі чинники діляться на такі:

- фізичні: являються транспортні засоби, що переміщуються; рухомі частини конструкцій устаткування; заготовки та деталі, що рухаються; стружка, що утворюється при різанні; підвищена чи низька температура; недостатній рівень освітленості робочого місця, території та інше.

- біологічні.

- хімічні.

- психофізіологічні.

Коли організація робочого місця виконана правильно, дія небезпечного фактору виробничого приводиться до найменших значень.

Для організації робочого місця потрібно забезпечити:

- правильне проектування робочого місця та розумне оснащення його сучасним устаткуванням та технологічним оснащенням.

- найкраще просторове положення предметних засобів виробництва.

- найкраще кольорове покриття устаткування.

- унормоване освітлення робочого місця.

При проектуванні робочого місця слід завбачити:

- можливість здійснення розумних рухів, що мають бути використані для реалізації трудового процесу;

- максимально бережливе використання виробничих площ і скорочення маршрутів переміщення робітників при транспортуванні деталей;

- доцільне розташування устаткування та оснащення відповідно до черговості технологічного процесу.

- сукупні антропометричні і фізіологічні дані людини (розмах рук, зріст та інше).

#### 4.3 Загальні вимоги безпеки до металорізальних верстатів дільниці.

Металорізальне устаткування: верстати, преси та інше обладнання мають бути встановлені на міцних основах чи фундаментах; може бути допущено встановлення на віброопорах.

Усі дверцята, кришки, засувки, що мають можливість зніматися, зобов'язані мати пристрої для запобігання їх самостійному відкриванню під час експлуатації обладнання;

Огородження, які можуть відчинятися під час роботи устаткування, повинні бути заблоковані із пуском верстата;

Частини валів та виступаючих кінців, що обертаються, повинні бути закритими нерухомими глухими кожухами.

Верстати зобов'язані оснащатися екранами для захисту робітників від стружки, що видаляється із зони оброблення та бризок мастильно-охолоджуючої рідини.

Конструкції усіх пристроїв для затиску деталей, що обробляються та інструменту має забезпечувати надійний затиск деталей та інструменту, та абсолютно усунути самовільне розкріплення його у процесі функціонування.

#### 4.4. Заходи безпеки при робочого місця верстатника

Для організації безпечних та високопродуктивних умов роботи робітника-верстатника робочі місця обладнуються допоміжним устаткуванням (шафами інструментальними, полицками, тарою для заготовок тощо) для зберігання заготовок, готових виробів, пристроїв, інструментів певної кількості. Присутність допоміжного устаткування, його раціональна побудова, правильне розміщення дозволяє не загроможувати робочі місця, що помагає зростанню продуктивності, попереджає виникнення нещасних випадків.

Категорично забороняється проводити вимірювання деталей на працюючому верстаті, тому що це пов'язано з загрозою отримання травм робітником інструментом, деталлю, що оброблюється або пристроєм. Для проведення вимірювання розмірів верстат слід зупинити.

При роботі на верстатах працівник зобов'язаний використовувати засоби особистого захисту: індивідуальні щитки, захисні окуляри, спецодяг, що потрібний для захистку від дії мастила, емульсії і інших рідин, що застосовуються при обробленні деталі.

Захисні окуляри та індивідуальні щитки застосовуються найпершим чином для захищення органів зору від теплового і механічного впливу різних факторів виробничого оточення – поранення очей (стружкою, пилом абразивним, металевими осколками), опіки очей розжареними частинками металу.

Таким чином, правильно організувати виробництво і запобігти появі небезпечних факторів можна за рахунок розумної організації виробництва, застосуванням засобів індивідуального та колективного захисту робітників, застосуванням дистанційного керування процесами виробництва, особливо шкідливими; постійною інформацією про недотримання виробничого процесу та про прийнятті міри.

## Висновки

У дипломному проекті розглянуто конструкцію деталі «Шток» та її технологічність, внесені зміни до технологічного процесу оброблення деталі на основі використання високоефективних верстатів з ЧПК фірми Haas.

Здійснено визначення припусків на механічне оброблення аналітичним і табличним методами.

Призначені режими різання по технологічних переходах оброблення поверхонь деталі по методиці фірми Sandvik Coromant, призначені технічні норми часу на оброблення; спроектовані технологічні операції механічного оброблення та оформлено технологічну документацію.

Сконструйовано верстатний пристрій для фрезерування поверхонь лисок, виконані розрахунки точності оброблення, вибрані установочні елементи для базування деталі, пораховано силовий привід пристрою..

Спроектовано контрольний пристрій – калібр-скобу для контролю поверхні 30h8.

В розділі «Охорона праці» дана характеристика небезпечних і шкідливих факторів, передбачені заходи зі створення здорових умов праці..

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения /А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М.Колесов и др.. М.:Машиностроение, 1966. – 480 с.
2. Справочник металлиста. Т.2/Под ред.. А.Г.Рахштедта и В.А.Бромстрема. - М.:Машиностроение, 1976. – 720
3. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. школа, 1979. – 464 с
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. школа, 1983. – 256 с.
5. ГОСТ 26645-85. Поковки стальные штампованные. Допуски размеров, припуски и кузнечные напуски. М.: Издательство стандартов, 1990 - 46 с.
6. ГОСТ 750589. Прокат стальной горячекатаный. Круглый сортамент. М.: Издательство стандартов, 1997 - 70 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1/Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1975. – 496 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2/Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Маниностроение, 1975. – 496 с.
9. Режимы резания металлов. Справочник/Под. ред. Ю.В.Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
10. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении, - М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
10. Корсаков В.С. Основы проектирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
11. Допуски и посадки. Справочник. Ч.2 Под ред. В.Д.Мягкова. – Л.: Машиностроение, 1978. – с.545-1032.
12. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

13.Нефедов А.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1984. – 400 с.