

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

Інститут, факультет *технічних систем та енергоефективних технологій*

---

Кафедра *технології машинобудування, верстатів та інструментів*

---

Освітньо-науковий рівень *перший (бакалаврський)*

---

(назва)

---

Спеціальність *131 «Прикладна механіка»*

---

(шифр і назва)

---

Освітня програма *«Технології машинобудування»*

---

(назва освітньої програми, за наявності)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ *Віталій ІВАНОВ*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>		
Розроб.	Свердлик				Літера	Аркуш	Аркушіє
Перевір.	Нешта						
Реценз.					<b>ТМ-91/1</b>		
Н. Контр.							
Затверд.							
Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Диск розвантажувальний 14.01.860»							



6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «Диск розвантажувальний 14.01.860»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2023	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2023	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2023	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2023	
5	Оформлення креслень та презентацій	31.05.2023	

Студент

(підпис)

**Дмитро СВЕРДЛИК**

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

**Анна НЕШТА**

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РЕФЕРАТ

Записка: 78 с., 5 рис., 7 табл., 10 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь Диск розвантажувальний 14.01.860, яка входить до складу

Насосу НМ125-550

Мета роботи – проєктування технологічного процесу виготовлення деталі «Диск розвантажувальний 14.01.860».

В роботі виконано аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, аналіз технічних вимог, що пред'являються до деталі. Було визначено тип виробництва – середньосерійний. Виконано аналіз технологічності конструкції деталі. За допомогою техніко-прогресивного обґрунтування обраний раціональний метод отримання заготовки. На прикладі двох механічних операцій: токарної з ЧПК і фрезерної з ЧПК було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, а саме: обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання, верстатного пристрою, ріжучого та вимірювального інструмента. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування операції. У графічній частині роботи виконані креслення заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційної наладки на операцію 090 фрезерна з ЧПК. Представлено комплект технологічної документації на картах КТП. Розглянуто небезпечні зони устаткування, класифікація та призначення засобів захисту.

ДИСК РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИЙ, НАСОС НМ125-550, ШТАМПОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ.....	1
«Сумський державний університет» .....	1
Примітка .....	3
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	6
<b>1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....</b>	<b>9</b>
<b>2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ .....</b>	<b>12</b>
<b>3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ .....</b>	<b>14</b>
<b>4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ .....</b>	<b>15</b>
<b>5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ .....</b>	<b>17</b>
<b>6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....</b>	<b>21</b>
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	21
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки .....	24
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата .....	26
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального і вимірювального інструментів .....	28
6.5 Розрахунок режимів різання.....	32
<b>7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ.....</b>	<b>58</b>
<b>ВИСНОВОК .....</b>	<b>69</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....</b>	<b>70</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>72</b>
Додаток Б .....	73
Додаток В .....	74

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Машинобудування постачає нову техніку до всіх галузей промисловості, визначаючи технічний прогрес країни і, таким чином, стягує вирішальний вплив на створення матеріальної бази суспільства.

Зрозуміло, що розробці механічної техніки було надано та надається пріоритет. Технічний прогрес у цій галузі характеризується не лише покращенням конструкцій машин, а також безперервне вдосконалення технології їх виробництва. Від прийнятої значною мірою залежать довговічність та надійність роботи машини, а також економічність експлуатації.

Досконалість конструкції машини визначається його дотриманням поточного рівня технологій, а також тим наскільки можливості використання найбільш економічних та продуктивних технологічних методів його виготовлення в певних виробничих умовах. Поточна проблема у виробництві автомобілів є збільшенням та технологічна підтримка точності, яка, звичайно, впливає на покращення продуктивності машин та технології їх виготовлення. Технологічні основи машинобудування - як навчальна дисципліна являє собою комплекс знань про остаточні етапи виробництва машин (механічна обробка заготовок та складання машин), і як прикладна наука має велике значення при підготовці машинобудівних фахівців, надаючи їм необхідні знання з організаційних та теоретичних основ технології машинобудування, проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин та складання виробів.

Технологія машинобудування - це наука, яка вивчає процеси виготовлення машин потрібної якості в встановленій виробничою програмою кількості і в задані терміни при найменшій собівартості.

Особливістю сучасного етапу розвитку технології машинобудування є широке використання досягнень фундаментальних і загально-інженерних наук для вирішення теоретичних проблем і практичних завдань технології машинобудування. Різні розділи математичних наук, теоретичної механіки, фізики, хімії, теорії пружності, матеріалознавства і багатьох інших наук приймаються як

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теоретична основа нових напрямків технології машинобудування або використовуються як апарат для вирішення практичних технологічних питань, істотно підвищуючи загальний теоретичний рівень технології машинобудування і її практичні можливості. При проектуванні технологічних процесів широко використовуються комп'ютерна техніка та математичне моделювання механічної обробки. Здійснюється автоматизація програмування обробки на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Створюються системи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП). Розробляються методи оптимізації технологічних процесів механічної обробки щодо точності, продуктивності та економічності виготовлення виробів. Створюються системи автоматизованого управління оптимізацією. Ведуться роботи по розробці гнучких виробничих систем (ГВС). Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і складання, особливо в напрямках розробки маловідходних технологій, чистової обробки і автоматизації складальних робіт.

Таким чином, технологія машинобудування зіграє ключову роль в машинобудівному виробництві. Як навчальна дисципліна технологія машинобудування має ряд особливостей.

По-перше, вона є прикладною наукою, тісно пов'язаною з потребами промисловості. За словами одного з її засновників професора А. П. Соколовського, вчення про технології народилося в цеху і не повинно поривати з ним зв'язок.

По-друге, технологія машинобудування має значну теоретичну основу, яка включає в себе вчення: про точність процесів обробки і похибки технологічного оснащення та обладнання; про припуски на обробку; про вплив механічної обробки на стан металу поверхневих шарів заготовок і експлуатаційні властивості деталей машин; про шляхи підвищення продуктивності та економічності технологічних процесів, а також теорію базування та інші теоретичні розділи.

По-третє, як комплексна, інженерна та наукова дисципліна технологія машинобудування взаємопов'язана з такими дисциплінами, як теорія різання матеріалів, металорізальні верстати та інструменти, допуски і посадки, технічні

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання, матеріалознавство і термічна обробка, економіка, організація і планування виробництва і тд.

Найважливіші сучасні напрямки розвитку технології машинобудування з оптимізації режимів і процесів обробки, автоматизації серійного виробництва і управління технологічними процесами, застосування технологічних методів підвищення експлуатаційних якостей, виготовлення виробів ґрунтуються на досягненнях математичних наук, комп'ютерної техніки, технічної кібернетики, робототехніки, металофізики та інших теоретичних і технічних наук.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

Насос НМ125-550 – відцентровий, горизонтальний, багатоступінчастий, однокорпусний, секційного типу, з одностороннім розташуванням робочих коліс.

Насос складається з кришки вхідної, кришки напірної і секції, які збираються в заточки з гумовими кільцями і стягуються стяжними шпильками з шайбами і гайками.

Ротор насоса складається з валу, на якому встановлені робочі колеса зі шпонками попередньо включене колесо зі шпонкою диска розвантажувального з опорним розвантаженням, у якої робоча поверхня виконана з титанового матеріалу, сорочок валу, втулки щілевої, гумових кілець і деталей кріплення

Кінцеві ущільнення валу торцевого типу, опорами ротора являються підшипниками ковзання з кільцевим мастилом, насос забезпечений трубопроводами допоміжними.

Принцип дії насоса полягає у перетворенні механічної енергії на гідравлічну за рахунок взаємодії рідини з робочими органами.

Насос відцентровий горизонтальний, одноступінчастий, спірального типу, з робочим колесом двостороннього входу, з підшипниками ковзання з примусовим мастилом.

Базовою деталлю насоса є корпус. З горизонтальною площиною роз'єму та лапами, розташованими в нижній частині. Нижня та верхня частини з'єднуються шпильками з ковпачковими гайками.

Горизонтальний роз'єм корпусу ущільнюється паронітовою прокладкою і закривається по контуру щитками. Вхідний та напірний патрубків розташовані в нижній частині корпусу та направлені в протилежні сторони. Ротор насоса складається з валу, з насадженими на нього робочим колесом, захисними втулками, кільцями дистанційними і кріпильними деталями. Правильне встановлення ротора в корпус в осьовому напрямку досягається припасуванням товщини дистанційного кільця.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напрямок обертання ротора - за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку приводу. Опорами ротора є підшипники ковзання. Центрівка ротора насоса в корпусі провадиться переміщенням корпусів підшипників за допомогою регульовальних гвинтів, після чого корпуси підшипників штифтуються. При перезаливці або заміні вкладишів слід центрування ротора провести заново.

Масило підшипників - примусове. Кількість олії, що підводиться до підшипників, регулюється за допомогою дросельних шайб, що встановлюються на підведенні олії до підшипників.

У разі аварійного відключення електроенергії для подачі олії до шийок валу передбачені мастильні кільця. Осьове зусилля ротора сприймають два радіально-упорні підшипники. Кінцеві ущільнення ротора – механічні, торцеві, гідравлічно розвантажені.

Конструкція торцевого ущільнення допускає розбирання та збирання насоса без демонтажу кришки та корпусів підшипників. Герметизація торцевих ущільнень забезпечується дією пружин, що створює щільний контакт нерухомого та обертових кілець.

У насосі передбачена система охолодження кінцевих ущільнень за рахунок прокачування рідини імпелер через камеру торцевого ущільнення. Рідина забирається з підвода через отвір у корпусі насоса та скидається у підвід у бік робочого колеса. Імпелерні втулки мають різну гвинтову нарізку: ліву - з боку двигуна та праву - з боку опорно-упорного підшипника.

Насос НМ125-550: НМ – позначення типу насоса (Н – насос, М – магістральний), 125 – номінальна подача, м<sup>3</sup>/ч; 550 – номінальний напір, м.

Насос в складі агрегату призначений для транспортування нафти і нафтопродуктів по магістраль-трубопроводів з температурою від +30 °С до 80 °С.

Частота обертання – 3000 об/хв.

Споживана потужність (кВт): (при  $\rho = 1000 \text{ кг / м}^3$ ,  $V = 1 * 10 \text{ м}^3 / \text{с}$ )

Потужність КВТ (при  $\rho = 816 \text{ кг / м}^3$ ,  $V = 2.8 * 10$ )

ККД = 72%

Середній ресурс до капітального ремонту – 25000 ч.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Диск розвантажувальний є деталь типу тіла обертання, з відношенням довжини до діаметра  $l / d = 0,27$ . Диск виготовлений з матеріалу Сталь 20Х13, яка стійка до електрохімічної і хімічної корозії (атмосферній, ґрунтовій, луговій, кислотній, сольовій), міжкристалічній корозії, корозії під напругою і т. ін. Замінник сталі 12Х13, 14Х17Н2

Таблиця 1 – Хімічний склад сталі 20Х13

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Fe
0,16- 0,25	До 0,6	До 0,6	До 0,6	До 0,025	До 0,03	12÷14	~84

Таблиця 2 – Механічні властивості сталі 20Х13

$\sigma_b$ , кгс/мм <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , кгс/мм <sup>2</sup>	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
510	710	21	66

Деталі експлуатуються при обертанні ротора і вона зобов'язана забезпечити мінімальний дисбаланс. Якщо відцентрові сили збільшуються, то різко збільшуються інерційні навантаження, які призводять до виникненню вібрацій в системі ротора.

Під дією вібрацій руйнується посадочне гніздо у нижній опорі центрифуги. Конструктором запропонована технічна вимога щодо термічної обробки деталі після чорнової механічної обробки її поверхонь з метою зняття внутрішніх напружень. Це пов'язано із видаленням підвищених припусків на чорновому етапі механічної обробки.

В шарі металу деталі відбувається перерозподіл внутрішніх напружень, що призводить до змінюванню форм та взаємному розташуванню поверхонь обробленої заготовки.

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті порушується геометричний та динамічний баланс деталі, що не повинно бути. Із таких же міркувань був обґрунтований вибір матеріалу деталі, який допускає режим

термічної обробки із нагріванням до 550 °С та наступним охолодженням на повітрі, в маслі або у воді.

Високі вимоги запропоновані до отвору 75H7 та циліндричній поверхні 185a11. Зазначенні квалітети точності достатні. Це забезпечить центрування «Диска», зменшить дисбаланс вузла і призведе до підвищення експлуатаційної надійності роботи ротора насоса, а в наступному, знизить витрати на експлуатацію машини. Допуск 0,02 радіального і торцевого биття відносно отвору d75H7 досягається завдяки тому що поверхні до яких воно пред'являється обробляються на одному установі з поверхнею, яка вважається базою. Базою в цьому випадку виступає d185a11.

Допуск торцевого биття 0,03 досягається завдяки вибору точного пристосування для закріплення деталі і правильного базуванні, зменшуючи похибку.

Допуск радіального биття 0,06 досягається завдяки закріпленню деталі в трьохкулачковий самоцентруючий патрон за d150g6 при цьому виникає УБ і ПОБ.

У цілому креслення оформлене за вимогами загальноприйнятих стандартів. На кресленні зображений один поздовжній переріз деталі, що достатньо для тіла обертання. Також на кресленні наведені три види, які дають повне уявлення про конфігурації всіх пазів деталі та форм канавок для виходу інструмента при нарізанні різьби.

Розміри, допуски, точність форми та взаємного розташування поверхонь, їх шорсткість проставлені конструктором у відповідності діючих стандартів і дають повне уявлення о конфігурації деталі, що аналізується.

«Диск розвантажувальний 14.01.860» є однією з основних деталей насоса моделі НМ 125-550, яка працює у важких та складних експлуатаційних умовах. Тому підвищені технічні умови для виготовлення деталі і виробу відповідають сучасному рівню виготовлення машин для підприємств машинобудування.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ВИЗНЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Виходячи з річної програми випуску  $N = 350$  шт і маси деталі  $m = 7,21$  кг визначаємо тип виробництва – середньосерійне [4].

Середньосерійному типу виробництва відповідає поточно-серійна або змінно-поточна форма організації виробництва.

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

Технологічна документація та технічне нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно-статистичного нормування найпростіших заготовок. Верстати застосовують різноманітних видів спеціальні, автоматизовані, агрегатні.

При використанні універсальних верстатів повинно широко застосовуватися спеціалізовані пристосування, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент, вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, забезпечують взаємозамінність оброблених деталей.

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 з частковим застосуванням розмітки для складних корпусних деталей. Залежно від особливості технології виробництва та обсягу випуску забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, однак застосовується і підганяння за місцем, компенсація розмірів. Відповідно з даним типом виробництва і порядком виконання операцій, розташування технологічного обладнання встановлюється групова форма організації технологічного процесу, характеризується однорідними конструктивно-технологічними ознаками виробів єдністю засобів технологічного оснащення.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

## 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз технологічності по якісному методу оцінки.

### 1) Матеріал деталі.

Деталь виготовлена з одного матеріалу Сталь 20Х13. Це корозійно-стійка, жароміцна, мартенситного класу сталь, з вмістом елементів С-016- О25% Si до08% М в 08 Cr-12-14%; S до 0025%, Р в 0030%, Ті до 0,2%, Сu до 0,30%; N до 06%

### 2) Базування і закріплення.

В даному випадку деталь нетехнологічна, так як на різних операціях базами виступають різні поверхні, а це призводить до збільшення похибки

### 3) Проставлення розмірів

Всі розміри деталі можна визначити без перерахунків, тобто усі розміри можна виміряти стандартним вимірювальним інструментом -деталь технологічна. При контролі застосовуються такі стандартні вимірювальні інструменти

- для контролю зовнішніх циліндричних поверхонь – калібр-скоби,
- для контролю внутрішніх поверхонь калібр-пробки;
- для контролю різьби - калібр-пробки різьбові, довжини і висоти деталі – штангенциркулями

При обробки всіх поверхонь деталі можливий вільний доступ до них різальних інструментів. Деталь має точні поверхні, які можна використати технологічними базами при механічні обробки.

При їх використанні можна виконати основні принципи базування – суміщення і постійності баз.

Конструкція «Диск розвантажувальний» має ряд нетехнологічних елементів. Наприклад, нетехнологічними у виготовленні є кармані, що потребують складної траєкторії руху стандартного різця.

Нетехнологічним елементом є глухі отвори.

Нетехнологічними елементами конструкції деталі є конічні поверхні:зовнішня  $\square$  167 мм під кутом  $45^\circ$  довжиною 10 мм. Їх обробка можлива

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на верстатах з ЧПК або при використанні спеціальної технологічної оснастки і відповідного налагодження верстатного обладнання.

Обробка поверхні деталі по і 7-му квалітетам точності, що значно підвищує трудомісткість та собівартість механічної обробки деталі.

Для контролю елементів конструкції «Диск розвантажувальний 14.01.860» на кресленні представлені всі потрібні дані. На кресленні наведений поздовжній переріз деталі із місцевими перерізами і видами, які однозначно пояснюють її конфігурацію.

Зазначені всі розміри, їх точність, шорсткість поверхонь, допустимі відхилення від правильних геометричних форм поверхонь та їх взаємного розташування. Розміри поверхонь деталі проставлені комбінованим методом, що дозволяє застосовувати прямий контроль при механічній обробці.

Конструкція деталі дозволяє легко реалізувати постійність баз. Наприклад, обробляти всі зовнішні поверхні деталі використавши при її базуванні внутрішній поверхні, і навпаки, базувати по зовнішнім поверхням у разі обробки внутрішніх поверхонь.

При обробці поверхонь деталі в пропонованому технологічному процесі по можливості застосувати верстати з ЧПК, спеціалізовану або спеціальну технологічну оснастку, різальний інструмент із пластинами твердого сплаву марок ВК8, ВК6М, Т15К6, Т30К4

Таким чином, за деякими нетехнологічними елементами конструкції деталі, в цілому «Диск розвантажувальний» є деталлю технологічною.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

У базовому технологічному процесі метод отримання заготовки «Диск розвантажувальний» був гарячої куванням на пароповітряному молоті подвійної дії. Пароповітряні кувальні молоти подвійної дії використовують для кування дрібних і середніх за масою поковок. вони приводяться в дію парою, що надходить по паропроводу від котла під тиском 700÷900 кПа або стисненим повітрям, який подається під тиском до 700 кПа. Маса падаючих частин кувальних пароповітряним молотів 1000÷8000 кг, а ККД 2÷3%. Число ударів таких молотів при найбільшому ході баби 63-31в хвилину. Молоти називають молотами подвійної дії тому, що повітря або пар надходить в робочий циліндр по черзі для підйому і опускання падаючих частин.

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K = \frac{7,21}{12,1335} = 0,59 - \text{не технологічно,} \quad (5.1)$$

Коефіцієнт використання заготовки, за формулою 2:

$$K = \frac{7,21}{12,1335} + 2,4267 = 0,49 - \text{не технологічно,} \quad (5.2)$$

В якості альтернативного методу отримання заготовки пропоную використовувати штампування на горизонтально-кувальній машині вертикальним роз'ємом штампа (Маса-до 50 кг, деталь має просту форму, у вигляді тіла обертання)

Штампування в закритих штампах досягається застосуванням більш точних заготовок, більш точним дозуванням металу, застосуванням звичайної заготовки та

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компенсуючого пристрою в штампах для розміщення надлишку металу (5-10% обсягу заготовки).

КГШП виготовляють зусиллям 5-100 мН. Вони успішно замінюють у багатьох випадках за технологічними можливостями перевершують пароповітряні штампувальні молоти з масою падаючих частин до 10т. КГШТ не вимагають громіздких фундаментів і в поєднанні з індукційним нагріванням покращують умови праці в цеху.

Користуючись [Л 2] визначаються:

а) Клас точності-Т2 (таблиця 2)

б) Група сталі-М1 (таблиця 1). Середня масова частка вуглецю в сталі 20Х13 <045%

в) Ступінь складності – (додаток 2) визначається в залежності від чисельного значення відносини М/М.

$$M_p = M_d * K_p = 7,21 * 1,4 = 10,094 \text{ кг}, \quad (5.3)$$

$$M_\phi = \left( \pi * d^2 \frac{l}{4} \right) * \rho = 10.545 \text{ кг}, \quad (5.4)$$

відношення  $M_M-0,96$ - тому ступінь складності С1

г) Конфігурація поверхності роз'єму штампа-плоска по поздовжній осі деталі і поплаткості найбільшого діаметра фланця (так як штампування заготовки проводиться на ГКР.

д) Вихідний індекс- 9 (таблиця 2)

е) Припуски на механічну обробку.

Основні припуски на розміри, мм

1,6-діаметр 185 і чистової поверхні 1,6

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1,4-діаметр 75 і чистової поверхні 1,6

1,5-діаметр 150 і чистової поверхні 1,6

1,4-довжина 50 і чистової поверхні 1,6

1,3-довжина 30 і чистчистової поверхні 1,6

Додаткові припуски, що враховують

- зміщення по поверхні рознімання штампа -0,3 мм

-зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності - 0,3 мм

є) Розміри поковки, мм

$$d185 + (1.6 + 0.3) * 2 = 188.8 = 189, \quad (5.5)$$

$$d75 - (1.4 + 0.3) * 2 = 71.4 = 71, \quad (5.6)$$

$$d150 + (1.5 + 0.3) * 2 = 154.6 = 155, \quad (5.7)$$

$$l50 + (1.4 + 0.3) * 2 = 54.4 = 54, \quad (5.8)$$

$$l30 + (1.3 + 0.3) + (1.4 + 0.3 + 0.3) = 35.6 = 36, \quad (5.9)$$

ж) Розрахунок допустимих відхилень розмірів, дані зводяться в таблицю

d189; d72; d154; l53.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Допустимі відхилення розмірів

Поверхня	Шорхність Ra (мкм)	Припуск			Розмір заг		Допуск
		Основн	Додатк	Заг	Розр	Прийм	
d185	1,6	1,6	0,3	1,9	188,8	189	2
d75	1,6	1,4	-	1,7	71,4	71	1,5
d150	1,6	1,5	-	1,8	153,6	154	2,5
150	1,6	1,4	-	1,7	53,4	53	2
130	1,6	1,3	-	1,6	35,6	36	2

Коефіцієнт використання заготовки, розраховується за формулою:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5.10)$$

$$K_3 = \frac{7,21}{10,094} = 0,71$$

Коефіцієнт використання матеріалу, розраховується за формулою:

$$K_M = \frac{m_d}{m_3 + m_{опз}}, \quad (5.11)$$

$$K_M = \frac{7,21}{10,094 + 1,0094} = 0,65$$

## 6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Призначення маршруту обробки заданої поверхні деталі d75H7 і заповнення таблиці 6.3

Таблиця 6.1 – Досягнутий квалітет при обробці

Найменування операційного переходу	Досягнутий квалітет	Ra
1) заготовка	H16 <sup>+0,9</sup> <sub>-0,05</sub>	25
2) чорнове точіння	H13 <sup>+0,46</sup>	6,3
3) чистове точіння	H10 <sup>+0,12</sup>	3,2
4) тонке точіння	H7 <sup>+0,03</sup>	1,6

### 2) Вибір елементів припусків по переходах

#### 2.1) Висота мікронерівностей Rz і глибину дефектного шару T [ЛЗ з 188]

а) для заготовки Rz=200мкм, T=250мкм,

б) чорнового точіння Rz=40мкм, T=50мкм

в) чистового точіння Rz=20мкм, T=20мкм

#### 2.2) Вибір просторових відхилень форми для заготовок штампованих

$$P_{\text{заг}} = \sqrt{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{екс}}^2} = \sqrt{1300^2 + 1000^2} = 1640\text{мкм}, \quad (6.1)$$

де  $p_{\text{см}}$  - величина зміщення

$p_{\text{екс}}$  - ексцентричність отвору

Розраховуються числові значення даних величин і просторові

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відхилення форми [Л 3 с 169 табл 6]

$$p_{cm}=1300\text{мкм}$$

$$p_{екс}=1000\text{мкм}$$

$$p_{заг}=1640\text{мкм}$$

Визначення просторових відхилень на кожну з операцій маршруту обраховане за формулою

$$p_i = p_{заг} * K_1, \quad (6.2)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт уточнення [7] за формулою розраховується:

$$p=0,06*1,64=0,0986=98,6 \text{ мкм}$$

$$p=0,04*1,64=0,0656=65,6 \text{ мкм}$$

2.3) Визначення похибки установки  $E_y[5]$ :  $E_1=130 \text{ мкм}$ .

Таблица 6.2 – Зведені дані розрахунків

Технол опер і переход	Елем прип				Розрахунок, мкм			Розр розм, мм		
	Rz i-1	T i-1	p i-1	?	2Zmi n	2Zno m	2Zma x	Dmin	Dnom	Dmax
Заготовк а	-	-	-	-	-	-	-	68,24 2	68,74 2	69,64 2
Чорн точ	20 0	25 0	164 0	13 0	4190	5090	957	73,832		74,29 2
Чист точ	40	50	98,6	0	377	837	957	74,667		74,78 9
Тонк точ	20	20	65,6	0	211	331	361	75		75,03

3.1) Розрахунок мінімального припуску по формулі

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2z_{\min i} = 2 * \left( Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{p_{(i-1)}^2 + E_1^2} \right), \quad (6.3)$$

3.2) Розрахунок номінального припуску по формулі

$$2Z_{\text{ном}} = 2Z_{\min i} + ES(i - 1), \quad (6.4)$$

3.3) Розрахунок максимального припуску по формулі

$$2Z_{\max i} = 2Z_{\text{ном}i} + ES_i \quad (6.5)$$

Розрахунок припусків по формулі

-Тонке точіння

$$2Z_{\text{ном}t} = 211.2 + 120 = 331.2 \text{ мкм}, \quad (6.5)$$

$$2Z_{\max t} = 331.2 + 30 = 361 \text{ мкм}, \quad (6.6)$$

-Чистове точіння

$$2Z_{\min \text{ч}} = 2 * (40 + 50 + 98,6) = 377,2 \text{ мкм}, \quad (6.7)$$

$$2Z_{\text{ном} \text{ч}} = 377.2 + 460 = 837.2 \text{ мкм}, \quad (6.8)$$

$$2Z_{\max \text{ч}} = 837,2 + 120 = 957,2 \text{ мкм}, \quad (6.9)$$

-Чорнове точіння

$$2z_{\min \text{чорн}} = 2 * (200 + 250 + \sqrt{1640^2 + 130^2}) = 4190 \text{ мкм}, \quad (6.10)$$

$$2Z_{\text{ном} \text{чорн}} = 4190 + 900 = 5090 \text{ мкм}, \quad (6.11)$$

$$2Z_{\max \text{чорн}} = 509 + 460 = 5550 \text{ мкм}, \quad (6.12)$$

4) визначення розмірів

-Тонке точіння

$$D_{\text{н.т}} = D_{\min \text{т}} = 75 \text{ мм}, \quad (6.13)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{\max. \tau} = D_{н. \tau} + ES_{\tau} = 75 + 0,03 = 75,03 \text{ мм}, \quad (6.14)$$

-Чистове точіння

$$D_{\min \text{ ч}} = D_{\text{ном ч}} = D_{\min \text{ озд}} - 2Z_{\min \text{ озд}} = 74,669 \text{ мм}, \quad (6.15)$$

$$D_{\max \text{ чорн}} = D_{\min \text{ ч}} + ES_{\text{чист}} = 74,789 \text{ мм}, \quad (6.16)$$

-Чорнове точіння

$$D_{\min \text{ чорн}} = D_{\min \text{ чист}} - 2Z_{\min \text{ чист}} = 73,832 \text{ мм}, \quad (6.17)$$

$$D_{\max \text{ чорн}} = D_{\min \text{ чорн}} + ES_{\text{чорн}} = 74,292 \text{ мм}, \quad (6.18)$$

Розміри заготовки

$$D_{\min \text{ заг}} = D_{\min \text{ чорн}} - 2Z_{\min \text{ чорн}} = 68,742 \text{ мм}, \quad (6.19)$$

$$D_{\text{ном заг}} = D_{\min \text{ заг}} - EI_{\text{заг}} = 68.242 \text{ мм}, \quad (6.20)$$

$$D_{\max \text{ заг}} = D_{\text{ном заг}} - ES_{\text{заг}} = 69.642 \text{ мм}, \quad (6.21)$$

Загальний номінальний припуск

$$2Z_{\text{заг}} = D_{\text{ном заг}} - D_{\text{ном озд}} = 6,26 \text{ мм}, \quad (6.22)$$

Всі дані зведені в таблицю 6.2

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Точність обробки – це відповідність оброблених поверхонь вимогам креслення.

Ці вимоги обмежені чотирма факторами:

- дотримання розмірної точності
- дотримання вимог шорсткості
- дотримання допусків форми та розташування поверхонь
- дотримання необхідної твердості поверхонь.

Дотримання розмірної точності

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Необхідна точність поверхні досягається завдяки використанню достатньої кількості стадій обробки, грамотному підбору обладнання, ріжучих інструментів, жорсткому закріпленню деталі. Методи досягнення розмірної точності для даної деталі установки до даної деталі зведені до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Методи досягнення розмірної точності

<i>Група</i>	<i>Найменування пов.</i>	<i>Методи досягнення точності</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Точні (6-8кв)</i>	<i>ϕ150g6 Ra1.6</i>	<i>-Чорнове точіння -чистове точіння -тонке точіння</i>
	<i>ϕ75H7 Ra1.6</i>	<i>-Чорнове точіння -чистове точіння -тонке точіння</i>
<i>Середні (9-11 кв)</i>	<i>ϕ185a11 Ra1.6</i>	<i>-Чорнове точіння -напівчистове точіння</i>
	<i>шпон. паз 6js9 Ra3.2</i>	<i>-чорнове доббання -чистове доббання</i>
<i>Грубі (12-14 кв)</i>	<i>L50 IT14 Ra3.2</i>	<i>-Чорнове точіння -напівчистове точіння</i>
	<i>L30 IT14 Ra1.6</i>	<i>-Чорнове точіння -напівчистове точіння</i>
	<i>уступ ϕ100 Ra3.2</i>	<i>-напівчистове точіння</i>
	<i>торц. кан. ϕ130/ϕ94 Ra12.5</i>	<i>-Чорнове точіння -напівчистове точіння</i>
	<i>паз R9 Ra12.5</i>	<i>-чорнове фрезерування</i>

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

**ТМ 21510036 ПЗ**

Арк.

25

Забезпечення вимог допусків форми і взаємного розташування поверхонь досягається на фінальних операціях обробки, завдяки вибору високоточних, прогресивних верстатних пристосувань зводять похибку установки до мінімальних значень.

Допуск 0,02 радіального і торцевого биття відносно отвору  $d75H7$  досягається завдяки тому що поверхні до яких воно пред'являється обробляються на одному установі з поверхнею, яка вважається базою. Базою в цьому випадку виступає  $d185a11$ .

Допуск торцевого биття 0,03 досягається завдяки вибору точного пристосування для закріплення деталі і правильному базуванні, зменшуючи похибку.

Допуск радіального биття 006 досягається завдяки закріпленню деталі в трьохкулачковий самоцентруючий патрон за  $d150g6$  при цьому виникає УБ і ПОБ.

Необхідна твердість 34 НВ досягається завдяки термічній обробці  $1050^{\circ}\text{C}$  повітря і наступним відпуском при  $t = 550^{\circ}\text{C}$ . Дотримання вимог шорсткості поверхні забезпечується вибором оптимальних режимів обробки правильному підбору геометрії ріжучого інструменту, жорсткості технологічної системи.

При чорновому точінні глибина різання дорівнює величині припуску на обробку при чистовому точінні припуск зрізається за два проходи і більше. При параметрі шорсткості  $Ra\ 3,2\ \mu\text{m}$ ,  $t = 0,5 \div 2\ \text{mm}$ , при  $Ra\ 0,8\ \mu\text{m}$ , то  $t = 0,1 \div 0,4\ \text{mm}$ . Подача при чорновому точінні приймається максимально допустимої по потужності обладнання тощо. чистовому - в залежності від необхідних параметрів шорсткості.

### **6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата**

Для виконання операцій 015 і 040 вибираємо токарно-гвинторізний верстат 16P20.

Паспортні данні верстату 16P20

-Найбільший діаметр деталі оброблювальної над станиною, мм 630

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-Найбільший діаметр деталі оброблювальної над супортом, мм 350

-Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм 1400

-Межі мінімальна частоти обертання шпинделя, об/хв 63

-Межі максимальна частоти обертання шпинделя, об/хв 1250.

-Потужність двигуна, кВт 17.

Для виконання операцій 055 і 065 токарна з ЧПК вибираємо токарний верстат з ЧПК мод. HAAS TL-1.

-Паспортні дані верстату HAAS TL-1

-Найбільший діаметр деталі оброблювальної над станиною, мм 508

-Найбільший діаметр деталі оброблювальної над супортом, мм 279

-Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм 762

-Межі мінімальна частоти обертання шпинделя, об/хв 63

-Межі максимальна частоти обертання шпинделя, об/хв 1250.

-Потужність двигуна, кВт 7.5.

Для виконання операцій 090 і 105 фрезерна з ЧПК вибираємо верстат з ЧПК мод. HAAS Mini Mill.

Паспортні дані верстата HAAS Mini Mill

-Розміри робочої поверхні столу, мм 305x914.

-Найбільший хід столу, мм:

1) поздовжній 730

2) поперечний 250.

-Відстань від осі горизонтального шпинделя до робочої поверхні столу становить в межах 102÷356 мм.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-Межі частот обертання шпинделя, об/хв 315÷6000.

-Межі подач столу, мм/хв поздовжнього і поперечна вертикальна 8,3÷416,6

-Потужність електродвигуна головного руху, 5,6 кВт

Для виконання операції 115 використовую доvbальний верстат 7A420

Паспортні данні верстату

-Межі ходу довбняка 20÷320 мм.

-Діаметр робочої поверхні столу 500мм.

-Межі чисел подвійних ходів довбняка 40÷163 дв ход/хв

-Потужність електродвигуна 3кВт

-Габаритні розміри 2300x1270x2175 мм.

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь прийшли до висновку, що данні верстати цілком придатні для здійснення заданих операцій.

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

На операції 015 та 040 токарно-гвинторізна вибираємо верстатні пристрої, металорізальні і вимірювальні інструменти.

Для установки і закріплення Діску розвантажувального використовуємо 4-кулачковий патрон 7103-0052 ГОСТ 3890-82.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо:

-РІ1 – різець прохідний упорний з механічним кріпленням твердосплавної пластини MLCR252SK10. Переріз державки 25x25, товщина пластини, 64 мм форма пластини -паралелограм, матеріал пластини – Т15К6. Спосіб закріплення пластини -клин прихват. Геометричні параметри кут в плані  $\phi$ -95° допоміжний кут в плані  $\phi_1 = 5^\circ$ : задній кут  $\alpha = 5^\circ$  передній кут  $\gamma = 6^\circ$ . Ширина фаски уздовж

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

головного ріжучого леза  $f=0,5\text{мм}$  Радіус заокруглення ріж кромки  $r = 0,04 \text{ мм}$ .  
Радіус вершини різця  $r_B=1\text{мм}$ .

-PI2 (для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь) A25P-CCLCR10 - різець розточний з механічним кріпленням твердосплавної пластини. Переріз державки - кругле діаметром – 25 мм товщина пластини 64 мм, форма пластини - паралелограм, матеріал пластини-T15K6, спосіб кріплення пластини – клин прихват. Геометричні параметри  $\delta=95^\circ$ ,  $\varphi =5^\circ$ ,  $\alpha = 5^\circ$ ,  $\gamma = -6^\circ$ ,  $a = 0,05\text{мм}$ ,  $r = 0,04 \text{ мм}$ ,  $r_B=1\text{мм}$

-PI3 (для точіння торцевої канавки  $d130 / d94$ ) SRDCN2525K 10 – різець спеціальний з механічним кріпленням твердосплавних пластин. Переріз державки- 25x25, товщина пластини 64мм, форма пластини - кругла, матеріал пластини-T15K6, спосіб кріплення пластини - гвинт з конічною головкою. Геометричні параметри  $\alpha=5^\circ$ ,  $\gamma =5^\circ$ ,  $f=0,5\text{мм}$ .

Для контролю розмірів використовуємо:

-штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1-2 ГОСТ 166-89,

-штангенциркуль ШЦ - 250-0,1-2 ГОСТ 166-89.

Для закріплення на операціях 055 і 065 токарна з ЧПК використовуємо:

-патрон 7100-0043 ГОСТ 2675-80.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо:

-PI№1 (для обробки зовнішніх поверхонь) DHDR2525K10 - різець прохідний упорний (н/ч та чистовий) з механічним кріпленням твердосплавної пластини. Переріз державки - 25x25мм, товщина пластини 6,4мм, форма пластини - паралелограм, матеріал пластини - T15K6, спосіб кріплення пластини - двоплечим прихватом. Геометричні параметри  $\varphi=107^\circ30'$   $\varphi=17^\circ30'$   $a=15^\circ$ ,  $\gamma=5^\circ$   $a=0,3\text{мм}$   $r=0,03\text{мм}$   $r_B=1\text{мм}$ .

-PI№2 (для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь) A25P-CDUDR10- різець розточний (н/ч та чистовий) з механічним кріпленням твердосплавної пластини. Переріз державки - круглий ,діаметром 25мм товщина пластини

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6,4мм, форма пластини - паралелограм, матеріал пластини - Т15К6, спосіб кріплення пластини - двоплечим прихватом. Геометричні параметри  $\phi=107^{\circ}30'$   $\phi=37^{\circ}30'$   $a=15^{\circ}$ ,  $y=5^{\circ}$   $p=0,03\text{мм}$   $r=1\text{мм}$ .  $f=0,3\text{мм}$

-PIN№3 (для розточування торцевої канавки d130/d94) SRDCN2020K10- різець спеціальний з механічним кріпленням твердосплавної пластини. Переріз державки - круглий, діаметром-20мм, товщиною пластини 6,4мм форма пластини - кругла, матеріал пластини Т15К6, спосіб закріплення - винт з конічною головкою. Геометричні параметри  $a=15^{\circ}$ ,  $y=5^{\circ}$ ,  $f=0,3\text{мм}$ .

-PIN№4 (для обробки канавки 3x1) SHL2525M04L156150-різець канавочний. Переріз державки - 25x25, товщиною пластини 6,4мм, матеріал пластини-Т15К6, спосіб закріплення - фіксатор. Геометричні параметри  $a=6^{\circ}$ ,  $y=15^{\circ}$ ,  $f=0,4\text{мм}$ .  $p=0,04\text{мм}$   $r=0,6\text{мм}$

-PIN№5 (для обробки канавки 7x5) CFKR2525M09L150141 - різець канавочний. Переріз державки - 25x25, товщиною пластини 6,4 мм, матеріал пластини - Т15К6, спосіб закріплення - фіксатор. Геометричні параметри  $a=6^{\circ}$ ,  $y=15^{\circ}$ ,  $f=0,4\text{мм}$ ,  $p=0,04\text{мм}$ ;  $r=0,6\text{мм}$

-PIN№6 CDHDR1515C10-різець прохідний упорний (напівчистовий) з твердосплавної пластини. Переріз державки - 15x15, товщиною пластини 6,4мм, матеріал пластини-Т15К6, спосіб закріплення - фіксатор. Геометричні параметри  $a=6^{\circ}$ ,  $y=15^{\circ}$ ,  $f=0,3\text{мм}$ ,  $p=0,04\text{мм}$ ,  $r=1\text{мм}$ .

Для контролю розмірів використовую:

-Штангенциркуль ШЦ-1-250-005 ГОСТ 166-89.

-Зразки шорсткості ГОСТ9378-75.

-Шаблон на профіль канавки М4-9286.

-Шаблон на розмір 5 М3-2148 00 00-01

-Штатив \*Ш-11Н-8 ГОСТ 10197-70.

-Кутомір типу 1-5\* ГОСТ 5378-88.

-Калібр-скоба 150g6 СТП962-79 11.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.1-2 ГОСТ 166-89.

-Калібр-пробка 75Н7 СТП 9819 00 02.

Для закріплення на операціях 090 і 105 фрезерна з ЧПК використовуємо:

-патрон 7100-43 ГОСТ2675-80 та спеціальне пристосування.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо:

-PIN№1: фреза 2250-0006 ГОСТ 3964-69

-PIN№2: фреза P2-248 D=18

-PIN№3: сверло центровочне з матеріалу P6M5

-PIN№4: сверло 9.8 2301-0030 ГОСТ 10903-77

-PIN№5: сверло 10.2 2301-0030 ГОСТ 10903-77

-PIN№6: мітчик M10 ГОСТ 3266-81

-PIN№7: мітчик M12 ГОСТ 3266-8

Для контролю розмірів використовую:

-штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1-2 ГОСТ 166-89,

-пробка різьбова M12-7H ПР-НЕ ГОСТ 17758- \*

Для закріплення на операції 115 використовую:

-пристосування П5-9630000.

Для обробки поверхні використовую:

-різець 2184-0554 ГОСТ 10046-72

-пластина 5311-P6M5 ГОСТ 2379-77

Вимірювальний інструмент

-Калібр 6js9 СТП 992.79.00

-Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 16-89

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.5 Розрахунок режимів різання

Нормування операції 055 токарна з ЧПК.

1) Вибір подачі для чорнового точіння поверхонь №5 і №7 з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4, к 27, 29) для поверхні №5  $S_{от} = 0,08$  мм/об, вибір поправочних коефіцієнтів

$K_{см}$  - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу  $K_{см} = 0,9$

$K_{sy}$  - коефіцієнт, який залежить від схеми установки заготовки  $K=1$

$K_{сш}$  - коефіцієнт який залежить від шорхності обробленої поверхні

$K_{сш} = 0,65$

$K_{so}$  - коефіцієнт який залежить від виду обробки  $K_{so} = 1$

$K_{si}$  - коефіцієнт, який залежить від інструментального матеріалу  $K_{si} = 0,9$

$K_{sp}$  - коефіцієнт, який залежить від способу кріплення пластини:  $K_{sp} = 1$

Перемноживши всі коефіцієнти і табличну подочу отримаємо прийняту:

$$S = S_{от} * K_{см} * K_{sy} * K_{сш} * K_{so} * K_{si} * K_{sd} = 0.04 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.23)$$

Для поверхні №7:  $S = 0.12$  мм/об вибір поправочних коефіцієнтів аналогічний, плюс додається коефіцієнт  $K$ - коефіцієнт, який залежить від відношення кінцевого і початкового діаметрів обробки  $K = 1,1$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну подачу, отримаємо прийняту:

$$S = S_{от} * K_{см} * K_{sy} * K_{сш} * K_{so} * K_{si} * K_{sp} * K_{sd} = 0.03 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.24)$$

Вибір подачі для напівчистового точіння поверхні №1, №3, №4 з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4, к. 4, 5)

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- для поверхні №1  $S=0,2$  мм/об, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{sd}$  - коефіцієнт який залежить від перерізу державки різця  $K=1$

$K_{sh}$  - коефіцієнт, який залежить від твердості ріжучої частини  $K=1$

$K_{sm}$  - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей  
оброблюваного матеріалу  $K_{sm}=1,25$

$K_{sy}$  - коефіцієнт, який залежить від схеми установки заготовки  $K_{sy}=0,8$

$K_{sp}$  - коефіцієнт який залежить від стану поверхні заготовки  $K_{sp}=1$

$K_{sf}$  - коефіцієнт який залежить від геометричних параметрів різця

$K_{sf}=1$

$K_{sj}$  - коефіцієнт який залежить від жорсткості верстату  $K_{sj}=1$

$K_{si}$  - коефіцієнт, який залежить від інструментального матеріалу  $K_{si}=0,8$

$K_{sp}$  - коефіцієнт, який залежить від способу кріплення пластини:  $K_{sp}=1$

Перемноживши всі коефіцієнти і табличну подочу отримаємо прийняту:

$$S_0 = S_{0T} * K_{si} * K_{sp} * K_{sd} * K_{sh} * K_{sm} * K_{sy} * K_{sp} * K_{sf} * K_{sj} = 0.17 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.25)$$

Для поверхні №3  $S=0,21$  мм/об, вибір поправочних коефіцієнтів  
аналогічний, перемножив всі коефіцієнти і табличну подачу, отримаємо:

$$S = S_{0T} * K_{si} * K_{sp} * K_{sd} * K_{sh} * K_{sm} * K_{sy} * K_{sp} * K_{sf} * K_{sj} = 0.18 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.26)$$

Для поверхні №4:  $S=0,16$  мм/об, отримаємо

$$S = S_{0T} * K_{si} * K_{sp} * K_{sd} * K_{sh} * K_{sm} * K_{sy} * K_{sp} * K_{sf} * K_{sj} = 0.13 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.27)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір подачі для напівчистового точіння поверхні б з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4, к. 10, 11):

$K_{сп}$  - коефіцієнт який залежить від стану поверхні заготовки  $K_{сп} = 1$

$K_{сл}$  - коефіцієнт який залежить від вильоту різця  $K_{сл} = 1$

$K_{сф}$  - коефіцієнт який залежить від геометричних параметрів різця

$K_{сф} = 1$

$K_{сд}$  - коефіцієнт який залежить від діаметру деталі  $K_{сд} = 0.8$

$K_{сп}$  - коефіцієнт, який залежить від способу кріплення пластини:  $K_{сп} = 1.05$

$K_{сі}$  - коефіцієнт, який залежить від інструментального матеріалу  $K_{сі} = 0.8$

Перемноживши всі коефіцієнти і табличну подочу отримаємо прийняту:

$$S = S * K_{сі} * K_{сп} * K_{сд} * K_{см} * K_{сл} * K * K_{сф} = 0.45 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad (6.28)$$

Вибір подачі для чистового точіння поверхні №2 з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4, к. 12, 14):

$S_{от} = 0.06$  мм/об, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{см}$  - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу  $K_{см} = 1.25$

$K_{сл}$  - коефіцієнт який залежить від вильоту різця  $K_{сл} = 0.8$

$K_{ср}$  - коефіцієнт який залежить від радіусу вершини різця  $K_{ср} = 1$

$K_{ск}$  - коефіцієнт який залежить від якості оброблюваної деталі

$K_{ск} = 1$

$K_{сфк}$  - коефіцієнт який залежить від геометричних параметрів різця

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{sfk}=1$

$K_{sd}$  - коефіцієнт який залежить від діаметру деталі  $K_{sd} = 1$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну подачу, отримаємо:

$$S = S_{от} * K_{sm} * K_{sl} * K_{sr} * K_{sk} * K_{sfk} * K_{sd} = 0,06 \frac{мм}{об}, \quad (6.29)$$

2) Перевірка подачі по осьовій та радіальній силі різання, допустимими твердістю механізму подач верстату (Л4. к. 32) та вибір поправочних коефіцієнтів на силу різання (Л4. к.33):

Вибір  $P$  та  $P$  ведеться в залежності від найбільшої глибини різання та найбільшої подачі: для глибини 5мм і подачі 0,45 мм/об  $P=1900Н$  та  $P=420Н$ .

Вибір поправочних коефіцієнтів:

$K$ -коефіцієнт який залежить від механічних властивостей оброблюваного матеріалу  $K=0,75$

$K_{рф}$ - коефіцієнт який залежить від головного кута в плані  $K_{рф} = 1$

$K_{рух}$  - коефіцієнт який залежить від головного переднього кута  $K_{рух} = 1$

$K_{руу}$  - коефіцієнт який залежить від головного переднього кута  $K_{руу} = 1$

$K_{рул}$ - коефіцієнт який залежить від кута наклона ріжучої кромки  $K_{рул} = 1$

Перемножив всі коефіцієнти і сили різання, отримаємо:

$$P_x = P_{xm} * K_{рm} * K_{рф} * K_{рух} * K_{рул} = 1140 Н, \quad (6.30)$$

$$P_y = P_{ym} * K_{рm} * K_{рф} * K_{рух} * K_{рул} = 252 Н, \quad (6.31)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прочність механізму подачі допускається найвищою подачу і глибину різання при обробці данної деталі.

3) Вибір швидкості різання для чорнового точіння поверхні №5 та №7 з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4. к.30, 31)

- для поверхні №5  $V_M=196$  м/хв, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{VM}$  - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей оброблювального матеріалу  $K_{VM} = 1,5$

$K_{VT}$  - коефіцієнт який залежить від періоду стійкості ріжучої частини  $K_{VT} = 1$

$K_{VJ}$  - коефіцієнт який залежить від наявності охолодження  $K_{VJ} = 1$

$K_{VC}$  - коефіцієнт який залежить від групи оброблювальності матеріалу  $K_{VC}=0,6$ .

$K_{VOT}$  - коефіцієнт який залежить від відношення діаметру оброблювальної поверхні до віаметру заготовки  $K_{VOT} = 1$

$K_{VI}$  - коефіцієнт який залежить від інструментального матеріалу  $K_{VI} = 1,1$ .

Перемножив всі коефіцієнти і сили різання, отримаємо:

$$V = V_T * K_{VM} * K_{VT} * K_{VJ} * K_{VC} * K_{VOT} * K_{VI} = 194 \frac{M}{XV}, \quad (6.32)$$

Для поверхні №7  $V=196$  м/хв, вибір поправочних коефіцієнтів аналогічний, перемножив всі коефіцієнти і табличну швидкість, отримаємо

$$V = V_T * K_{VM} * K_{VT} * K_{VJ} * K_{VC} * K_{VOT} * K_{VI} = 183 \frac{M}{XV}, \quad (6.33)$$

Вибір швидкості різання для точіння поверхні №1, №3, №4, №5, №6, №2 з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л4, к. 21, 22, 23)

- для поверхні №1  $V_T=174$  м/хв, вибір поправочних коефіцієнтів:

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{vc}$  - коефіцієнт який залежить від групи оброблювальності матеріалу  
 $K_{vc}=0,5$ .

$K_{vo}$  - коефіцієнт який залежить від виду обробки  $K_{vo}=1$

$K_{vj}$  - коефіцієнт який залежить від жорсткості верстату  $K_{vj}=1$

$K_{vi}$  - коефіцієнт який залежить від інструментального матеріалу  $K_{vi} = 1,05$ .

$K_{vm}$  - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей  
оброблювального матеріалу  $K_{vm}=1,7$

$K_{vf}$ - коефіцієнт який залежить від геометричних параметрів різця  $K=1$

$K_{vm}$ -коефіцієнт який залежить від періода стійкості ріжучої частини  $K=1$

$K_{vj}$ -коефіцієнт який залежить від наявності охолодження  $K=1$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну швидкість, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vc} * K_{vo} * K_{vj} * K_{vi} * K_{vm} * K_{vf} * K_{vt} * K_{vj} = 155 \frac{M}{XB}, \quad (6.34)$$

Для поверхні №3:  $V=174$  м/хв, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vc} * K_{vo} * K_{vj} * K_{vi} * K_{vm} * K_{vf} * K_{vt} * K_{vj} = 155 \frac{M}{XB}, \quad (6.35)$$

Для поверхні №4:  $V=137$  м/хв, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vc} * K_{vo} * K_{vj} * K_{vi} * K_{vm} * K_{vf} * K_{vt} * K_{vj} = 122 \frac{M}{XB}, \quad (6.36)$$

Для поверхні №6:  $V=146$  м/хв, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vc} * K_{vo} * K_{vj} * K_{vi} * K_{vm} * K_{vf} * K_{vt} * K_{vj} = 130 \frac{M}{XB}, \quad (6.37)$$

Для поверхні №2:  $V=340$  м/хв, отримаємо:

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = V_T * K_{vc} * K_{vo} * K_{vj} * K_{vi} * K_{vm} * K_{vf} * K_{vt} * K_{vj} = 202 \frac{M}{XB}, \quad (6.38)$$

4) Визначення розрахункової частоти обертання шпінделя по стадіям і коректуванню за паспортними даними верстату:

$$n = 1000 * \frac{V}{\Pi} * D, \quad (6.38)$$

$$\text{Поверхня №5: } n = 1000 * \frac{194}{3,14} * 156 = 396 \frac{\text{об}}{\text{XB}}, \quad (6.39)$$

$$\text{Поверхня №7: } n = 1000 * \frac{183}{3,14} * 153 = 381 \frac{\text{об}}{\text{XB}}, \quad (6.40)$$

$$\text{Поверхня №1: } n = 1000 * \frac{155}{3,14} * 153 = 323 \frac{\text{об}}{\text{XB}}, \quad (6.41)$$

$$\text{Поверхня №3: } n = 1000 * \frac{155}{3,14} * 185 = 367 \frac{\text{об}}{\text{XB}}. \quad (6.42)$$

$$\text{Поверхня №4: } n = 1000 * \frac{122}{3,14} * 1130 = 299 \frac{\text{об}}{\text{XB}}, \quad (6.43)$$

$$\text{Поверхня №6: } n = 1000 * \frac{130}{3,14} * 72 = 575 \frac{\text{об}}{\text{XB}}, \quad (6.44)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Поверхня №2: } n = 1000 * \frac{202}{3,14} * 153 = 420 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (6.45)$$

Так як коробка швидкостей данного верстату бузступінчата, тому  $n_p = n_\phi$

5) Визначення фактичної швидкості різання за формулою

$$V = \Pi * D * \frac{n_\phi}{1000} \left( \frac{\text{м}}{\text{хв}} \right), \quad (6.46)$$

$$\text{Поверхня №5: } V_\phi = 3,14 * 156 * \frac{396}{1000} = 193,98 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.47)$$

$$\text{Поверхня №7: } V_\phi = 3,14 * 153 * \frac{381}{1000} = 183,04 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.48)$$

$$\text{Поверхня №1: } V_\phi = 3,14 * 153 * \frac{323}{1000} = 155,18 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.49)$$

$$\text{Поверхня №3: } V_\phi = 3,14 * 185 * \frac{267}{1000} = 155,18 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.50)$$

$$\text{Поверхня №4: } V_\phi = 3,14 * 130 * \frac{299}{1000} = 122,05 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.51)$$

$$\text{Поверхня №6: } V_\phi = 3,14 * 72 * \frac{575}{1000} = 130 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.52)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Поверхня №2: } V\phi = 3,14 * 153 * \frac{420}{1000} = 201,78 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.53)$$

б) Перевірка вибраних режимів різання за потужністю привода головного руху (Л.4. к. 21) при цьому враховується поправочний коефіцієнт:

К - коефіцієнт який залежить від механічних властивостей оброблювального матеріалу  $K_{vm}=0,6$

Визначення потужності, необхідної для різання за формулою:

$$N = N_m * K_{Nm} * \frac{V_\phi}{V_m}, \quad (6.54)$$

$$\text{Поверхня №1: } N = 3.9 * 0.6 * \left(\frac{155,2}{183}\right) = 1.98 \text{ кВт}, \quad (6.55)$$

$$\text{Поверхня №3: } N = 3.9 * 0.6 * \left(\frac{155,1}{183}\right) = 1.98 \text{ кВт}, \quad (6.56)$$

$$\text{Поверхня №4: } N = 3.6 * 0.6 * \left(\frac{122}{144}\right) = 1.83 \text{ кВт}. \quad (6.57)$$

$$\text{Поверхня №6: } N = 6 * 0.6 * \left(\frac{130}{153}\right) = 3.06 \text{ кВт}. \quad (6.58)$$

Для чистового точіння і прорізання канавок перевірка за потужністю не відбувається

7) Визначення хвилинної подачі за формулою

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$S_m = n\phi * S_o \left( \frac{MM}{XB} \right), \quad (6.59)$$

$$\text{Поверхня №5: } S_m = 396 * 0,04 = 15,84 \frac{MM}{XB}, \quad (6.60)$$

$$\text{Поверхня №7: } S_m = 381 * 0,03 = 11,43 \frac{MM}{XB}, \quad (6.61)$$

$$\text{Поверхня №1: } S_m = 323 * 0,17 = 54,91 \frac{MM}{XB}, \quad (6.62)$$

$$\text{Поверхня №3: } S_m = 267 * 0,18 = 48,06 \frac{MM}{XB}, \quad (6.63)$$

$$\text{Поверхня №4: } S_m = 299 * 0,13 = 38,87 \frac{MM}{XB}, \quad (6.64)$$

$$\text{Поверхня №6: } S_m = 575 * 0,45 = 258,75 \frac{MM}{XB}, \quad (6.65)$$

$$\text{Поверхня №2: } S_m = 420 * 0,06 = 25,2 \frac{MM}{XB}, \quad (6.66)$$

Всі отримані данні зводяться в таблицю 6.5.1

8) Визначення часу циклу автоматичної роботи верстату за програмою:

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} (XB), \quad (6.67)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $T_0$  - основний час (хв)

$T_{мв}$  - машинно-допоміжний час (хв)

Розрахунок часу автоматичної роботи верстату за програмою проводиться за методичним показником, для верстату HAAS mini mill - приложение 46 Л. 5.

Результати розрахунків приведені в табл 6.5.2, на підставі яких час автоматичної роботи верстату складає:

$$T_{ца} = T_0 + T_{мв} = 5,126 + 4,283 = 9,409, \quad (6.68)$$

9. Нормування операції:

$$T_{в} = T_{вуст} + T_{воп} + T_{ваим} \text{ (хв)}, \quad (6.69)$$

$T_{вуст} = 0,75$  хв - допоміжний час на установку і зняття деталі (Л. 5. к. 3)

$T_{воп} = 0,32 + 0,03 = 0,35$  хв, де 0,32 - допоміжний час, пов'язаний з установкою заданого розташування деталі і інструмента по координатам x,y,z і в випадку необхідності провести наладку; 0,03 - допоміжний час, пов'язаний з зняттям щита від заляпування емульсією. (Л. 5. к.14)

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



допоміжної роботи в залежності від об'єму партії ктв (Л. 5 к. 1) ктв=0,71 (для оперативного часу  $T_{ца}+T_{в}$  і серійного типу виробництва)

11) Визначення часу на організаційне і технічне обслуговування, відпочинок та особисті потреби

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} = 9\% \text{ (Л. 5 к. 16),} \quad (6.72)$$

12) визначення норм штучного часу за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} * ктв) * \left(1 + \left(a_{тех} + a_{орг} + \frac{a_{отл}}{100}\right)\right) \text{ (хв), \#(6.73)}$$

$$T_{шт} = (9,409 + 1,75 * 0,71) * \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 11,61 \text{ хв.} \quad (6.74)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.5 Час автоматичної роботи верстату за програмою

Участок траекторії чи номера позиції інструментів попереднього і робочого положень	Приращення по осі Z $\Delta Z$ , мм	Приращення по осі X $\Delta X$ , мм	Довжина $i$ -го участка траекторії $L_i$ , мм	Хвилинна подача на $i$ -ом участку $S_{mi}$ мм/хв	Основний час автоматичної роботи верстату по програмі $T_0$ , хв	Машино-опоміжний час $T_{мв}$ , хв
1	2	3	4	5	6	7
Інструмент №5-інструмент №1						0,083
0-1	-9,0	-17,5	91,69	2000	-	0,046
1-2	0	-14,5	14,5	54,91	0,264	-
2-3	0	-14	14	2000	-	0,007
3-4	0	-14,5	14,5	54,91	0,264	-
4-5	2	0	2	54,91	-	0,036
5-6	0	37,6	37,6	2000	-	0,019
6-7	-3,3	3,3	4,67	25,2	0,185	-
7-8	-18	0	18	25,2	0,714	-
8-9	2	2	2,83	25,2	-	0,112
9-10	0	17,1	17,1	2000	-	0,009
10-11	-3	0	3	48,06	-	0,062
11-12	0	-19,1	19,1	48,06	0,397	-
12-13	1	0	1	48,06	-	0,020
13-14	2	2	2,83	48,06	-	0,059
14-0	107,3	17,6	108,73	2000	-	0,054
Інструмент №1-інструмент №2						
0-1	-8,8	-56,8	104,74	2000	-	0,052
1-2	-2	0	2	258,75	-	0,008
2-3	-13	-13	18,4	258,75	0,007	-
3-4	-52,7	0	52,7	258,75	0,204	-
4-5	0	-2,4	2,4	258,75	-	0,009

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 21510036 ПЗ

Арк.

45

Продовження таблиці 6.5

1	2	3	4	5	6	7
5-6	56	0	56	2000	-	0,028
6-0	88	60,5	106,79	2000	-	0,053
Інструмент №2-інстру- мент №3						0,005
0-1	-83	-35	90,08	2000	-	0,045
1-2	-11	0	11	38,87	0,283	-
2-3	1	-8	8,06	38,87	0,207	-
3-4	10	0	10	38,87	0,257	-
4-0	83	43	93,48	2000	-	0,047
Інструмент №3-інстру- мент №4						0,005
0-1		-15	109,04	2000	-	0,055
1-2	-108	-2	2	15,84	-	0,126
2-3	0	0	3,3	15,84	0,208	-
3-4	-3,3	0	3,3	15,84	-	0,208
4-0	108	17	109,33	2000	-	0,055
Інструмент №4-інстру- мент №5						0,005
0-1	-104,3	-18,5	105,93	2000	-	0,053
1-2	0	-6,1	6,1	11,43	0,534	-
2-3	0	6,1	6,1	11,43	-	0,534
3-4	3	0	3	11,43	-	0,262
4-5	0	-6,1	6,1	11,43	0,534	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 21510036 ПЗ

Арк.

46

Продовження таблиці 6.5

1	2	3	4	5	6	7
5-6	0	6.1	6.1	11.43	-	0.534
6-7	-3.5	0	3.5	11.43	-	0.306
7-8	0	-6.1	6.1	11.43	0.534	-
8-9	0	6.1	6.1	11.43	-	0.534
9-10	3.5	0	3.5	11.43	-	0.306
10-11	-0.5	-6.1	6.12	11.43	0.535	-
11-12	0	6.1	6.1	11.43	-	0.534
12-0	101.3	18.5	102.97	2000	-	0.052
					$\Sigma T_{\sigma}=5.126$	$\Sigma T_{\text{ш}}=4.283$

13) Визначення норм на виконання операції Н (хв) або штучно-калькуляційного часу Тшк (хв)

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} \text{ хв}, \quad (6.75)$$

Де: Тпз- підготовчо-заклучний час (хв) (Л. 5 к. 21)

n - кількість деталей в партії (шт)

Тпз складається з (Л. 5 к. 21)

-часу на отримання наряда, креслення = 4хв

-часу на отримання ріжучого і допоміжного інструменту, оснастки = 9 хв

-часу на ознайомлення з кресленням = 2хв

-часу на проведенням майстром інструктажу = 2 хв

- часу на установку в трьохкулачковий патрон = 4хв

- часу на установку та зняття інструментального блока в револьверній головці = 0,8 хв

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-часу на набір програми кнопками =  $0,4 \cdot 7 = 2,8$  хв

-часу на установку вихідних координат  $x, y, z = 6$  хв

-часу для настройки подач  $СОЖ = 0,3$  хв

$$T_{ПЗ} = 30,9 \text{ хв}, \quad (6.76)$$

$$n = \frac{T_{СМ} - T_{З}}{T_{ШТ}} = \frac{480 - 30,9}{11,61} = 38 \text{ шт}, \quad (6.77)$$

$$T_{ШК} = 11,61 + \frac{30,9}{38} = 12,423 \text{ хв}, \quad (6.78)$$

Нормування операцій №090 фрезерна з ЧПК. Ескіз операції - рисунок 11

1) Вибір необхідної кількості стадій обробки (Л. 4 к. 72)

Поверхня №1 РІ - фреза дискова, кількість стадій обробки - одна (чорнова).

Поверхня №2 РІ - фреза концева, кількість стадій обробки вибирають по карті 72, виходячи із відношення  $П_{тп}$  і  $П_{тах}$  припусків до діаметру фрези  $D$  і показника  $K_{со}$ :

$$K_{со} = б * K_{бм} * K_{бз} * K_{б1} * K_{бв}. \quad (6.79)$$

$б$  - допуск на виконуваний розмір  $= 0,43$ .

$K_{бм}$  - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблюваного матеріалу  $= 1,5$

$K_{бз}$  - коефіцієнт, який залежить від числа зубців фрези  $= 1,35$

$K_{б1}$  - коефіцієнт, який залежить від відношення вильоту фрези до

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



діаметра =1.

Кбв - коефіцієнт, який залежить від відношення ширини фрезерування до діаметра фрези = 1,

Перемножив допуск на коефіцієнти, отримаємо показник кількості стадій обробки:

$$K = 0,43 * 1,5 * 1,35 * 1 * 1 = 0,87, \quad (6.80)$$

Пази фрезеруються в одну стадію (чорнова).

## 2. вибір глибини фрезерування:

Поверхня №1:  $t=5\text{мм}$ , так як фрезерується канавка під вихід долбняка, ця поверхня не потребує досягання високої чистоти і допусків розташування..

Поверхня №2 і №3:  $t=2\text{мм}$ , так як вибрав необхідну кількість стадій обробки - одна (чорнова), весь припуск знімається за один прохід.

## 3. Вибір подачі на один зуб з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л. 4 к. 95):

- для поверхні №:  $S_{zm}=0.06\text{ мм/зуб}$ , вибір поправочних коефіцієнтів

$K_{sz}$ - коефіцієнт, який залежить від числа зубців  $K_{sz}=1.1$

$K_{cm}$ - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблювального матеріалу  
 $K_{cm}=1,45$

$K_{sl}$ - коефіцієнт, який залежить від вильоту оправки до діаметра оправки  
 $K_{sl}=1$

$K_{sw}$ - коефіцієнт, який залежить від форми оброблювальної поверхні  $K_{sw}=1$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну подачу отримаємо:

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_z = S_{zm} * K_{cm} * K_{sl} * K_{sw} * K_{sz} = 0.096 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}, \text{ #6.81)}$$

- для поверхні №2 і №3:  $S_{zm}=0.04$  мм/зуб, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{sz}$  - коефіцієнт, який залежить від відношення фактичного числа зубців до нормативго:  $K_{sz}=1$ .

$K_{sm}$ - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблювального матеріалу  $K_{sm}=1,2$

$K_{sl}$ - коефіцієнт, який залежить від вильоту оправки до діаметра оправки  $K_{sl}=1$

$K_{si}$ - коефіцієнт, який залежить від матеріалу ріжучої частини фрези  $K_{si}=1$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну подачу отримаємо:

$$S_z = S_{zm} * K_{sz} * K_{sm} * K_{sl} * K_{si} = 0.048 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}, \quad (6.82)$$

4) Перевірка подачі по осьовій та радіальній силі різання, допустимими прочністю механізму подач верстату і вибір поправочних коефіцієнтів

$K_{po}$  - коефіцієнт, який залежить від групи оброблюваного матеріалу  $K_{po}=1$ .

$K_{pm}$ - коефіцієнт, який залежить від оброблювального матеріалу  $K_{pm}=0,65$

$K_{pz}$ - коефіцієнт, який залежить від числа зубців фрези  $K_{pz}=1$

$K_{pb}$  - коефіцієнт, який залежить від ширини фрезерування  $K_{pb}=1$

Перемножив всі коефіцієнти і сили різання отримаємо:

$$P_z = P_{zm} * K_{po} * K_{pm} * K_{pz} * K_{pb} = 846 \text{ Н}, \quad (6.83)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_y = P_{ym} * K_{pm} * K_{pz} * K_{pb} = 297 \text{ Н}, \quad (6.84)$$

Прочність механізму подачі допускає обробку даної деталі

5) Вибір швидкості різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів

(Л.4 к87,100)

- для поверхні №1  $V_m=37$  м/хв, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{vm}$ - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблювального матеріалу

$$K_{vm}=1,7$$

$K_{vt}$ - коефіцієнт, який залежить від періоду стійкості ріжучої частини  $K_{vt}=1$

$K_{vb}$ - коефіцієнт, який залежить від відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної  $K_{vb}=1$ .

$K_{vl}$ - коефіцієнт, який залежить від вильоту оправки до діаметра оправки

$$K_{vl}=1$$

$K_{vz}$ - коефіцієнт, який залежить від стану поверхні заготовки  $K=1$

$K_{vo}$ - коефіцієнт, який залежить від наявності охолодження  $K=0,8$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну швидкість, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vm} * K_{vt} * K_{vb} * K_{vl} * K_{vz} * K_{vo} = 50.32 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.85)$$

-для поверхні №2 та №3:  $V_T=19$  м/хв, вибір поправочних коефіцієнтів:

$K_{vm}$ - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблювального матеріалу

$$K_{vm}=1,7$$

$K_{vt}$ - коефіцієнт, який залежить від періоду стійкості ріжучої частини  $K_{vt}=1$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{vB}$ - коефіцієнт, який залежить від відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної  $K_{vB}=1$ .

$K_{v1}$ - коефіцієнт, який залежить від вильоту оправки до діаметра оправки  $K_{v1}=1$

$K_{vp}$  -коефіцієнт, який залежить від стану поверхні заготовки  $K=1$

$K_{vj}$ - коефіцієнт, який залежить від наявності охолодження  $K=0,8$

Перемножив всі коефіцієнти і табличну швидкість, отримаємо:

$$V = V_T * K_{vm} * K_{vt} * K_{vB} * K_{vp} * K_{vj} * K_{v1} = 50,32 \frac{m}{xv}, \quad (6.86)$$

б) Визначення розрахункової частоти обертання шпінделя:

$$n_p = 1000 * \frac{V_p}{\Pi} * D. \quad (6.87)$$

і коректування по паспортним даним верстату:

$$\text{Поверхня №1: } n_p = 1000 * \frac{50,32}{3,14} + 63 = 254,37 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (6.88)$$

$$\text{Поверхня №12 і №3: } n_p = 1000 * \frac{25,84}{3,14} + 18 = 457,18 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (6.89)$$

Приймаються по паспорту верстату найближче менше значення

Поверхня №1:  $n_{\phi}=254$  об/хв

Поверхня №2 і №3:  $n_{\phi}=457$  об/хв

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) Визначення розрахункової потужності різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів (Л. 4 к. 87,100) за формулою

$$N_p = N_t * K_{Nm} \text{ (кВт)}, \quad (6.90)$$

де  $K_{Nm}$  - коефіцієнт, який залежить від твердості оброблювального матеріалу

$N_t$  - таблична потужність різання.

За формулою визначаємо розрахункову швидкість різання:

$$\text{Поверхня №1: } N_p = 3,02 * 0,6 = 1,45 \text{ кВт}, \quad (6.91)$$

$$\text{Поверхня №2 і №3: } N_p = 1,66 * 0,7 = 0,93 \text{ кВт}, \quad (6.92)$$

8) Розрахунок фактичної швидкості різання:

$$V_\phi = \Pi * D * \frac{n_\phi}{1000} \left( \frac{\text{м}}{\text{хв}} \right), \quad (6.93)$$

$$\text{Поверхня №1: } V_\phi = 3,14 * 63 * \frac{254}{1000} = 50 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.94)$$

$$\text{Поверхня №2 і №3: } V_\phi = 3,14 * 18 * \frac{457}{1000} = 26 \frac{\text{м}}{\text{хв}}, \quad (6.95)$$

9) Розрахунок хвилинної подачі за формулою:

$$S_M = S * Z * n \left( \frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right), \quad (6.96)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $Z$ - число зубців фрези.

За формулою визначаємо хвилинну подачу:

$$\text{Поверхня №1: } S_m = 0,096 * 16 * 254 = 390,14 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}, \quad (6.97)$$

$$\text{Поверхня №2 і №3: } S_m = 0,048 * 3 * 457 = 65,81 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}, \quad (6.98)$$

Приймаються по паспортним даним верстату найближчі менші значення:

Поверхня №1:  $S_{m\phi} = 390$  мм/хв

Поверхня №2 і №3:  $S_{m\phi} = 65$  мм/хв

10) Розрахунок оборотної подачі за формулою

$$S_o = \frac{S_{m\phi}}{V_p} \left( \frac{\text{мм}}{\text{об}} \right), \quad (6.99)$$

За формулою визначається оборотна подача:

Поверхня №1:  $S_o = 1,53$  мм/об

Поверхня №2:  $S_o = 0,14$  мм/об

11) Визначення фактичної потужності різання з урахуванням поправочних коефіцієнтів за формулою:

$$N_{\phi} = N_p * \frac{v_{\phi}}{v_p} \text{ кВт}, \quad (6.100)$$

За формулою визначаємо фактичну потужність різання:

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Поверхня №1: } N\phi = 1,45 * = 1,44 \text{ кВт,} \quad (6.101)$$

$$\text{Поверхня №2: } N\phi = 0,93 * = 0,94 \text{ кВт,} \quad (6.102)$$

12) Перевірка вибраних режимів різання за потужністю приводу головного руху:  $N\phi \leq N_{см}$ , 1,44 та 0,94 кВт  $\leq$  7,5 кВт, вимоги виконуються – обробка можлива.

13) Визначення розрахункової довжини обробки за формулою:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \text{ (мм),} \quad (6.103)$$

де:  $l_1$  - довжина обробки

$l_2+l_3$  - довжина врізання і перебігу

За формулою визначаємо довжину обробки поверхностей:

$$\text{Поверхня №1: } L = 5 + 3 = 8 \text{ мм.} \quad (6.104)$$

$$\text{Поверхня №2 і №3: } L = (17,5 + 3) * 2 = 41 \text{ мм,} \quad (6.105)$$

14) Визначення основного технологічного часу за формулою:

$$T_0 = \frac{l}{S_{ХВ}} * i \text{ (хв),} \quad (6.106)$$

де:  $i$  - число проходів інструмента

Поверхня №1:  $T_0=0,02$  хв

Поверхня №2 і №3:  $T_0=0,62$  хв

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сума основного часу обробки всіх поверхонь:

$$T = (0,02 + 0,64) = 2,5 \text{ хв.} \quad (6.107)$$

15) Визначення допоміжного часу за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{вим} + T \text{ (хв)}, \quad (6.108)$$

де:  $T_{уст}$  - час на установку і зняття заготовки, хв (Л. 5 к.11)

$T_{доп}$  - допоміжний час, пов'язаний з переходом, хв (Л. 5 к. 14)

$T_{вим}$  - час на контрольні виміри, хв (Л. 5 к. 15)

Таблиця 6.6 – Режими різання

Елементи режимів різання	стадії обробки	
	чорнова	
	№ поверхні	
	1	2,3
Глибина різання, $t$ мм	5	2
Падача на зуб, $S_{z,п}$ мм/зуб	0,06	0,04
Оборотна падача, $S_o$ мм/об	153	0,14
Таблична швид. різ, $V_n$ мм/хв	37	19
Скоректована шв. різ. $V$ м/хв	50,32	25,84
Фактична част. оберт шп. $n_z$ об/хв	254	457
Фактична шв. різ $V_g$ м/хв	50	26
Таблична потужн. різ, $N_m$ кВт	3,02	1,66
Фактична потужн. різ. $N_g$ кВт	144	0,94
Хвилинна падача, $S_{хв}$ мм/хв	390	65

За формулою 50 розраховуємо допоміжний час:

$$T_v = 1,1 + 0,04 + (0,08 + 0,07 * 2) = 1,36 \text{ хв,} \quad (6.109)$$

16. Визначаємо час на обслуговування  $T$ , відпочинок та особисті потреби  
 $T_{отд}$  (%) (Л. 5 к.16)



$$T_{абс} + T_{отд} = 9\%, \quad (6.110)$$

17. Визначення штучного часу за формулою:

$$T_{шт} = (T_о + T_в) * \left( 1 + \left( T_{абс} + \frac{T_{отд}}{100} \right) \right) (хв), \quad (6.111)$$

$$T_{шт} = (2,5 + 1,36) * \left( 1 + \frac{9}{100} \right) = 4,25 (хв), \quad (6.112)$$

18. Визначення підготовчо-заключного часу  $T$  (хв) (Л. 5 к. 26):

$$T_{пз} = 4 + 10 + 2 + 2 + 5 = 23 \text{ хв.} \quad (6.113)$$

19. Визначення кількості деталей в партії за зміну по формулі:

$$n = \frac{T_{см} - T_{пз}}{T_{шт}} \text{ шт}, \quad (6.114)$$

$$n = \frac{480 - 23}{1.91} = 238 \text{ шт.} \quad (6. дов)$$

20. Визначення штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} (хв), \quad (6.116)$$

$$T = 4,25 + \frac{25}{238} = 14 \text{ хв.} \quad (6.117)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Пристрій застосовується на вертикально-фрезерній операції.

Обладнання – оброблювальний центр моделі IP500МФ4.

На операції виконується фрезерування шпонкових пазів, а також отворів на циліндричних поверхнях деталі.

Ескіз пристрою представлений на рисунку 7.1

Застосування пневматики забезпечить постійність зусилля закріплення. Отже, буде відсутня похибка закріплення. 3-х кулачковий самоцентруючий патрон з пневмоприводом відноситься до системи спеціалізованих налагоджувальних пристосувань (СНП) – складаються з базового агрегату, що є на 80-90% готовим пристроєм (власне патрон) і наладок, які верстатник може встановити на базовий агрегат або регулювати безпосередньо на робочому місці (змінити кулачки).

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

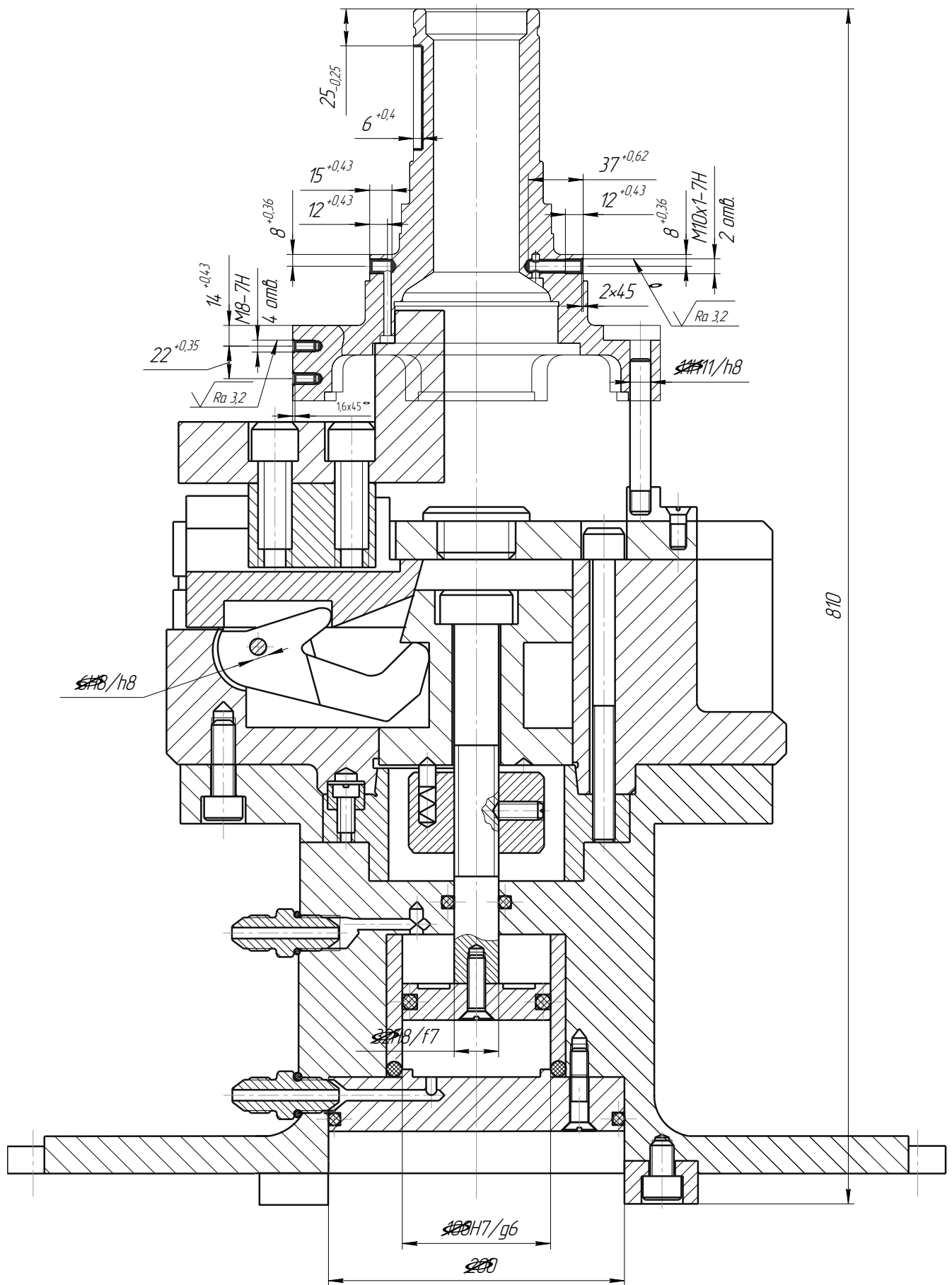


Рисунок 7.1 – Ескіз пристрою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 21510036 ПЗ

Арк.

59





Побудуємо графічну модель збурюючих сил у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

Згідно малюнка видно, що та, що становить сили різання  $P_x$  поля збурюючих сил урівноважується реакцією  $R_x'$ , складова  $P_y$  частково урівноважуватиметься реакціями  $R_y$ .

Інше складові сили різання невірноважені. З урахуванням цього, а також вибраної схеми базування, вибираємо те, що центрує - затискне пристосування (3-х кулачковий патрон з пневмоприводом), яке створює поле урівноважуючих сил.

Величину сумарного зусилля закріплення розраховуємо з умови непроворота від сили  $P_z$  :

$$F_{тр R} = W f R > P_z r k, \quad (7.1)$$

де  $F_{тр}$  - сила тертя, що виникає між кулачком і заготівлею;

$W$  – зусилля, що передається кулачком (зусилля закріплення);

$f$  – коефіцієнт тертя ( $f=0,18$ );

$P_z$  – сила різання,  $P_z=538$  Н [8]

$R, r$  - радіус додатка що урівноважує і обурює сил відповідно ( $R=35$  мм;  $r=50$  мм);

$Do$  - коефіцієнт запасу необхідний для забезпечення надійного закріплення заготовки

$$Do = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6, \quad (7.2)$$

де:  $K_0 = 1,5$  - коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1$  - коефіцієнт враховує збільшення сил різання із-за випадкових нерівностей при чорновій обробці;

$K_2 = 1$  - коефіцієнт враховує збільшення сил різання при затупленні РИ;

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K3 = 1$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

$K4 = 1$  - коефіцієнт враховує постійність сили закріплення (для пневмо-гідро-устройств односторонньої дії);

$K5 = 1$  - коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних пристроїв;

$K6 = 1,5$  - коефіцієнт враховує коли є момент прагнучий повернути заготовку при установці плоскою поверхнею на штифти :

$$K = 1,5 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1,5 = 2,25; \quad (7.3)$$

$D_o$  – коефіцієнт запасу, набуваємо стандартного значення  $D_o = 2,5$ .

Розрахунок зусилля закріплення вироблюваний по формулі:

$$W = \frac{Pz \cdot r \cdot k}{f \cdot R}, \quad (7.4)$$

$$W = \frac{538 \cdot 50 \cdot 2,5}{0,18 \cdot 35} = 1067(H), \quad (7.5)$$

Вибираємо важільно-клинову конструкцію пневмопатрона із співвідношенням плечей важеля 1: 2. З урахуванням цього тягове зусилля на штоку пневмоциліндра визначається по формулі:

$$W \cdot l1 = F_{тяг} \cdot l2, \quad (7.6)$$

$$F_{тяг} = W \cdot \frac{l1}{l2} = \frac{1}{2}W, \quad (7.7)$$

$$F_{тяг} = 0,5 \cdot 1067 = 534 (H), \quad (7.8)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 7.4 Вибір і розрахунок силового приводу

Дійсна сила на штоку розраховується по формулі:

$$W = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta, \quad (7.9)$$

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

$\eta = 0,86$  – КПД;

$D$  - діаметр пневмоциліндра;

$d$  - діаметр штока, приймаємо 32 мм, по ГОСТ 15608-81;

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{4F_{тяг}}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (7.10)$$

$$D = \sqrt{32^2 + \frac{4 \cdot 534}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,86}} = 97,45(\text{мм}), \text{ приймаю } D=100 \text{ мм по ГОСТ 15608-81.}$$

Дійсна сила на штоку розраховується по формулі:

$$W_{\partial} = \frac{3,14}{4} (100^2 - 32^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 634(\text{Н}), \quad (7.11)$$

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



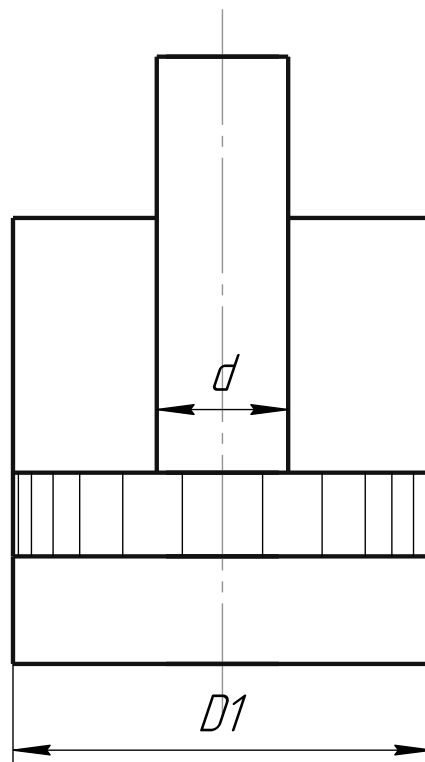


Рисунок 7.4 – Схема пневмопривода

Ця сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, отже пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

Тоді дійсний коефіцієнт запасу:

$$K\phi = \frac{W_D}{W}, \quad (7.12)$$

$$K\phi = \frac{634}{534} = 1,2, \quad (7.13)$$

### 7.5 Розрахунок деталі на міцність

Розраховую на міцність при розтягуванні штоку пристрою. Матеріал штока - Сталь 40. Діаметр штока – 32 мм; Довжина – 265 мм. Розрахунок на міцність виконується для ділянки штока з найменшим перерізом (небезпечним перерізом) Це ділянка з різьбою М32.

Виконуємо розрахунок на міцність, будуємо епюри нормальних сил і напруги.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

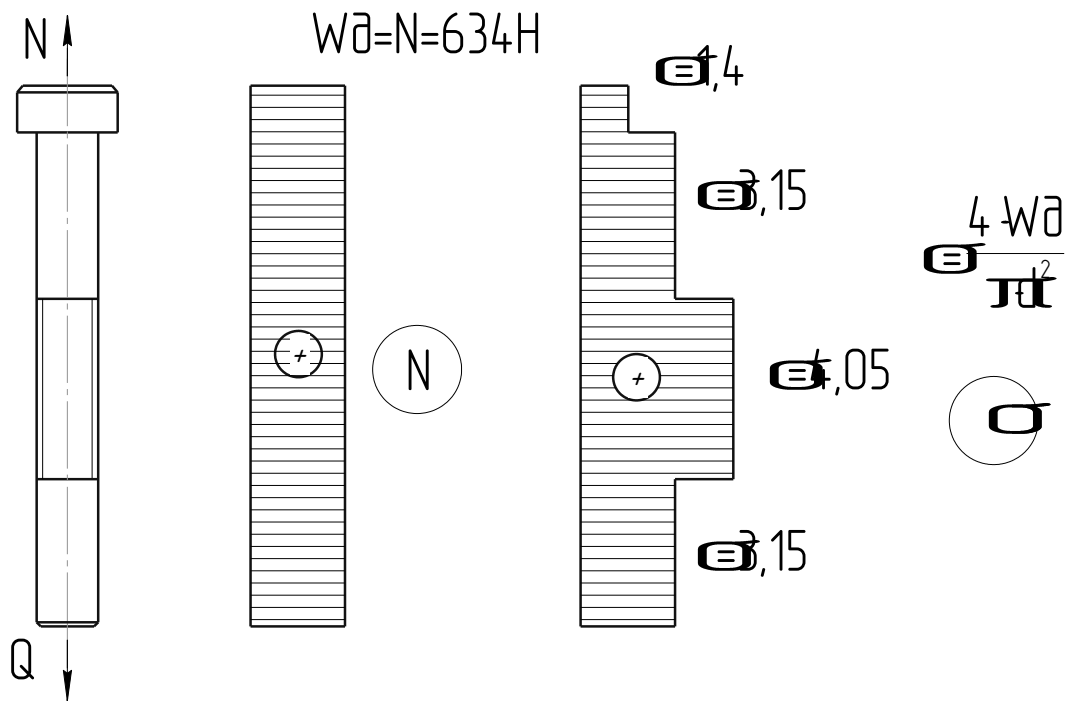


Рисунок 7.5 – Епюри сил и напруги

Для того, щоб при роботі різьби на штоку не зірвало, потрібне виконання умови:  $\sigma_p \leq [\sigma]_p$

Межа текучості для Сталі 40 рівний 300 МПа.

$$[\sigma]_p = 0,6\sigma_t, \quad (7.14)$$

$$[\sigma]_p = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ (МПа)}. \quad (7.15)$$

Небезпечним є переріз, ослаблений різьбою.

Розрахунковий діаметр різьби визначається по формулі:

$$d_p = d - 0,94 \cdot p, \quad (7.16)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

$p$  – шаг різьби, мм.

$$d_p = 32 - 0,94 \cdot 2 = 30,12 \text{ (мм)}, \quad (7.17)$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot W \delta}{\pi d_p^2}, \quad (7.18)$$

де:  $\sigma_p$  - максимальна осьова сила, діюча на розтягання штока, Н.

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot W \delta}{\pi d_p^2} = \frac{4 \cdot 634}{\pi \cdot 30,12^2} \cdot 10^{-6} = 4,05 \text{ (МПа)}, \quad (7.19)$$

Умова міцності виконується. Отже, різьблення на штоку витримає навантаження.

#### 7.6 Складання і експлуатація пристрою

Пристрій при складанні повинен задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Зборка пристрою.

1) Усі деталі і вузли пристосування піддати візуальному контролю, виявлені дефекти усунути.

2) У корпус пневмодвигуна встановити склянку з ущільненням.

3) Зібрати поршень і шток за допомогою гвинта, встановити ущільнення на поршень.

4) Встановити ущільнення в отворі корпусу штока.

5) Встановити зібраний поршень в корпус пневмодвигуна.

6) Встановити кришку пневмодвигуна, закріпивши гвинтами.

7) На корпус пневмодвигуна встановити корпус патрона, закріпити за допомогою гвинтів.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8) Важіль з кулачком встановити в пази патрона, потім встановити вісь важеля, при цьому наконечник важеля повинен потрапити в пази штока.

9) Встановити шпонки на корпус за допомогою гвинтів.

10) Встановити перехідники з ущільненням.

Експлуатація пристрою.

1) Встановити і закріпити пристрій на верстаті з урахуванням нульової точки верстата.

2) Підготувати базові поверхні до установки заготовки.

3) Встановити заготовку на патрон до упору з її торцевою поверхнею.

4) Поворотом руків'я розподільного крану здійснити закріплення заготовки.

5) Обробити заготовку.

6) Поворотом руків'я розподільного крану у зворотний бік відкріпити заготовку.

7) Підготувати базові поверхні пристрою до установки наступної заготовки.

8) В процесі експлуатації пристрою виконувати пункти 1÷7 технічних вимог.

9) Пристрій зберігати на дерев'яній основі. Дія атмосферних опадів і агресивних середовищ неприпустиме.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

В даній роботі був виконаний аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений технологічний процес обробки деталі «Диск розвантажувальний», який входить до складу складальних одиниць Насос НМ125-550. Проведено аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі. Був визначений тип виробництва – середньосерійний. В якості заготовки була прийнята штамповка на КГШП. Виконано аналіз існуючого типового технологічного процесу, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювальних інструментів на операціях 055 токарна з ЧПК і 090 фрезерна з ЧПК. Були проведені розрахунки режимів різання для даних операцій та норми часу за табличним методом. Спроектовано верстатний пристрій на операцію 090 фрезерна з ЧПК, розроблено та обґрунтовано схему закріплення та тип силоутворюючого механізму, проаналізовано структуру полів збурюючих та зрівноважуючих сил, зробили опис пристрою та принцип його роботи.

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання розділу «Аналіз службового призначення виробів та технічних вимог до них» в обов'язковому домашньому завданні, випускній роботі бакалавра, курсовому проекті зі спеціальності та дипломному проекті для студентів спеціальностей: 7.090202, 6.090202, 6.090203, 6.090204, 6.090209, 6.090220, 6.090515, 6.090520 усіх форм навчання / укладачі: О.О. Топоров, О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2000. – 30 с.

2. Марочник сталей і сплавів. 2-е вид., Доп. і випр. / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А.С. Зубченко - М .: Машинобудування, 2003. 784 с .: іл.

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

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

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

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

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

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

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

10. ГОСТ 7505-89 «Поковки сталіні штамповані. Допуски, припуски і ковальські напуски». Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист 81 ТМ 18510228-00 ПЗ

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

12. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

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

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

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

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

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

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

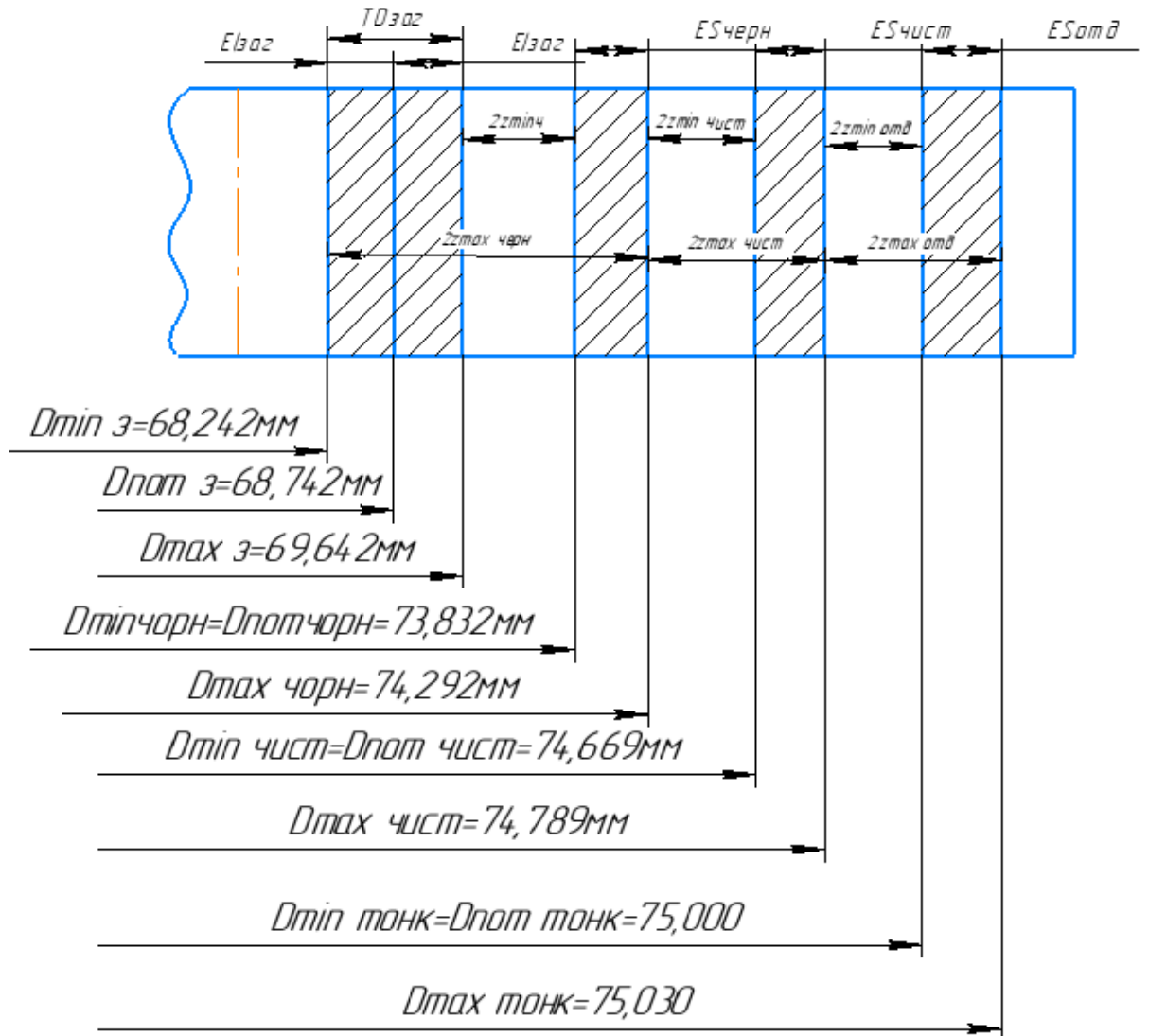
19. Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

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

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК А

Схема розташування припусків і допусків на розмір  $\varnothing 75H7$



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ТМ 21510036 ПЗ

Арк.

72





## Додаток В

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого. [20]

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

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

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

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

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

					ТМ 21510036 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту.

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

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

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби. Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

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

Загальні вимоги до засобів захисту:

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

Захисні пристрої – засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні),

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих речовин.

Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновиду устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

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

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

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

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

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

У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому і перенесення різних виробів слід передбачити запасну проводку від

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запасного джерела живлення, обмежувачі руху, кінцеві вимикачі, гальмівні і утримуючі пристрої і т.д. Введення слабкої ланки полягає у внесенні до конструкції технологічного устаткування деталей і вузлів, розрахованих на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях (штифти, що зрізають, шпонки, фрикційні муфти, плавкі запобіжники в електроустановках, розривні мембрани)

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій зоні (механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані).

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

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

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

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів:

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

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

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– що забороняють (не включати - працюють люди; наскрізний проїзд заборонений);

– застережливі (стій - напруга; не влізай - уб'є; небезпечний поворот);

– що вирішують (працювати тут);

– вказівні (заземлено).

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

					<b>ТМ 21510036 ПЗ</b>	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		