



Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *технології машинобудування*

Освітній рівень *магістр*

Спеціальність *131 «Прикладна механіка»*

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри *проф. Пилипець М.І.*

«*30*» *серпня* 2019 р.

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Качалубі Тарасу Романовичу*

(*прізвище, ім'я, по батькові*)

1. Тема роботи *Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення корпусу КС6В-47.007 з дослідженням конструктивних параметрів адаптивних розточних головок*

керівник проекту (роботи) *Ткаченко Ігор Григорович, к.т.н., доцент*  
(*прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання*)

затверджені наказом по університету від «*30*» *серпня* 2019 року № *4/7-763*

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *16 грудня 2019 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Робоче креслення корпусу КС6В-47.007, базовий технологічний процес виготовлення деталі. Річна програма випуску – 24000 шт.*

*Наукова література, присвячена дослідженням адаптивних розточних головок.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*Вступ. 1. Аналітична частина. 2. Науково-дослідна частина. 3. Технологічна частина.*

*4. Конструкторська частина. 5. Спеціальна частина. 6. Проектна частина. 7. Обґрунтування економічної ефективності. 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 9. Екологія.*

*Загальні висновки. Перелік посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

*Плакати до науково-дослідної частини – 2А1; Креслення заготовки корпусу КС6В-47.007 – А1; Карті технологічних налагоджень на комплексні операції з ЧПК – 2А1.*

*Складальне креслення пристрою для фрезерування і свердління 4-х отв. Ø18 – 2А1.*

*Складальне креслення пристрою для фрезерування і розточування отворів – 2А1.*

*Складальне креслення пристрою для кріплення мітчиків М6, М8, М10 – А1.*

*Складальне креслення пристрою для контролю перпендикулярності осей отворів деталі – А1.*

*Ділянка механічного цеху для виготовлення корпусу КС6В-47.007 – А1.*

## РЕФЕРАТ

Качалуба Тарас Романович, кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» на тему: «Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу КС6В-47.007 з дослідженням конструктивних параметрів адаптивних розточних головок». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра технології машинобудування, група МТмз-61. Керівник – к.т.н., доц. Ткаченко Ігор Григорович.

Робота складається зі вступу, дев'яти розділів, загальних висновків, переліку посилань із 27 найменувань та додатків. Обсяг основної частини становить 135 сторінок, 32 рисунки, 39 таблиць, додатків – 44 сторінки. Графічна частина включає 12 аркушів формату А1.

Ключові слова: механічний цех, технологія, процес, параметр, адаптивна розточна головка.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення корпусу КС6В-47.007.

Мета проекту – розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу КС6В-47.007.

Наукова новизна – отримані теоретичні залежності, що дозволяють встановити взаємозв'язки між конструктивними параметрами адаптивної розточної головки та діаметром оброблюваного отвору, що дозволить полегшити процес її проектування.

Прийняті в роботі інженерні рішення дозволили спроектувати технологічний процес механічного оброблення корпусу КС6В-47.007 і досягнути суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, розробити спеціальне технологічне оснащення, спроектувати дільницю механічного цеху, що дало змогу підвищити якість виготовлення деталі.

Прогнозований економічний ефект від зниження собівартості деталі – 13180800 грн при річній програмі випуску 24000 штук.

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>РЕФЕРАТ</i>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						3	1
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							
						<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	8
1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.	
Актуальність теми роботи .....	8
1.2 Методи вирішення поставленої проблеми .....	11
1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу .....	22
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА .....	24
2.1 Теоретичні дослідження умов роботи самовстановлювальних інструментів .....	24
2.2 Дворіздева адаптивна розточна головка .....	29
2.3 Визначення конструктивних параметрів дворіздевої адаптивної розточної головки .....	32
2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів досліджень .....	34
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	35
3.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва.	
Аналіз технічних вимог .....	35
3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу .....	38
3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва .....	40
3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки .....	44
3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз .....	46
3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання .....	48
3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки .....	54
3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту .....	60

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗМІСТ</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					4	3	
					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

3.9	Визначення режимів оброблення та технічних норм часу .....	62
3.10	Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання .....	70
4	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	74
4.1	Пристрій для фрезерування та свердління чотирьох отворів Ø18 .....	74
4.2	Пристрій для фрезерування і розточування отворів .....	76
4.3	Пристрій для кріплення мітчиків М6, М8, М10 .....	79
4.4	Пристрій для контролю перпендикулярності осей отворів .....	79
5	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА .....	81
5.1	Основні завдання систем автоматизованого проектування технологічних процесів .....	81
5.2	Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм «ТехноПро» .....	84
5.3	Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу .....	86
5.4	Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу .....	87
5.5	Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП .....	89
6	ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	90
6.1	Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання .....	90
6.2	Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідіймальних і транспортних засобів .....	91
6.3	Проектування допоміжних відділень дільниці .....	94
6.4	Визначення розмірів основних і допоміжних площ дільниці .....	95
6.5	Вибір типу та основних будівельних параметрів будівлі, розроблення компоувального плану цеху та плану розміщення обладнання і робочих місць .....	98
7	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ .....	99
7.1	Розрахунок показників економічної ефективності проекту дільниці .....	99

7.2 Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз .....	104
8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	117
8.1 Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників під час прийняття на роботу і в процесі роботи .....	117
8.2 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, що проектується .....	120
8.3 Оцінка стійкості роботи проектованого цеху в умовах надзвичайних ситуацій .....	123
9 ЕКОЛОГІЯ .....	127
9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища .....	127
9.2 Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті реалізації проекту ....	128
9.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля .....	128
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	131
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	133
ДОДАТКИ .....	136

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

## ВСТУП

Сучасні умови функціонування промислового комплексу визначають необхідність прийняття рішень, пов'язаних з використанням раціональних технологій виробництва машин і устаткування. Серед найважливіших завдань сучасного машинобудування особливе місце посідає підвищення ефективності обробки поверхонь деталей машин. Це завдання включає в себе досягнення високої продуктивності із забезпеченням якості виготовлення виробів. Розширення обсягів використання у машинобудуванні важкооброблюваних матеріалів та проблема їхньої обробки вимагають удосконалення існуючих технологічних процесів.

Розвиток та вдосконалення технологічних процесів неможливий без розробки та поширення високонадійного, сучасного інструменту, який здатен технологічно забезпечити якість обробленої поверхні, а відтак і конкурентну здатність деталі та машини.

Головним завданням при проектуванні механічних цехів є забезпечення високих показників продуктивності праці, собівартості і якості продукції та відповідність сучасним вимогам за умовам праці. Для вирішення цього завдання проектування повинно проводитися на основі максимального урахування новітніх досягнень науки і техніки в даній галузі виробництва, застосування в проектуваному цеху найбільш прогресивних технологічних процесів, високопродуктивного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, а також передових форм організації і управління виробництвом.

Шорсткість поверхні є однією з основних характеристик поверхневого шару деталі, тому вивчення факторів, що впливають на неї під час механічної обробки є актуальним завданням.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						7	1
					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.

### Актуальність теми роботи

Одним із методів лезової обробки отворів, які зв'язані між собою точними міжосьовими відстанями є розточування. Існують два основних види розточування: розточування на верстатах токарної групи (при обертанні заготовки); розточування на розточувальних верстатах (при обертанні інструменту). Типовими операціями для розточувальних верстатів є розточування одиничних отворів, співвісних отворів і розточування отворів з паралельними осями [1].

Отвори деталей типу кілець та втулок діаметром більше 50 мм розточують різцями (однолезовим інструментом). При цьому можна використовувати звичайні розточувальні різці, які закріплюються в державках. Але точність токарної обробки отворів при цьому методі порівняно низька. Підвищити точність обробки отворів шляхом більш жорсткого закріплення розточувального різця є досить важким завданням [2].

Для обробки отворів діаметром до 50 мм застосовують машинні багатолезові зенкери та розвертки із швидкорізальної сталі або оснащені твердим сплавом [1-7]. Метод обробки отворів багатолезовими інструментами забезпечує більш високу точність та нижчу шорсткість поверхні в порівнянні із обробкою однолезовим інструментом.

Похибка при розточуванні багато в чому визначається неточністю установки різального інструменту відносно осі шпинделя верстата. В процесі обробки отворів на одношпindelних та багатошпindelних токарних автоматах і напівавтоматах осі інструмента та заготовки зміщуються в вертикальній та горизонтальній площинах, тобто з'являється непаралельність вектора подачі та осі шпинделя.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>				<i>АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						8	16
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							



Найбільш перспективним методом усунення неспівпадіння осей інструменту та заготовки при обробці отворів є використання самовстановлювальних інструментів, з яких найбільш технологічними є плаваючі дволезові блоки. Обробка отворів самовстановлювальними інструментами внаслідок великої їх жорсткості виключає чи суттєво знижує вплив факторів, які викликають похибку розміру: геометричні неточності верстата та пристосувань, похибки базування оброблюваної деталі та інструменту, податливість технологічної системи, нестабільність механічних властивостей оброблюваного матеріалу, тощо [2, 3].

На машинобудівних підприємствах застосовують різноманітні конструкції самовстановлювальних інструментів, які можна розділити на три групи:

- плаваючі дволезові блоки, які переміщуються в одній діаметральній площині в пазах жорстко закріплених оправок;
- коливальні оправки та інструменти, які здатні повертатися відносно точки повороту на певний кут;
- плаваючі самовстановлювальні розвертки, оправки та патрони з інструментом, які можуть переміщуватися в двох взаємно перпендикулярних площинах та компенсувати неспівпадіння осей інструменту та оброблюваної поверхні.

Процес врізання різальних інструментів під час обробки отворів деталей із неперпендикулярним торцем мало досліджений. Важливість дослідження процесу врізання зумовлюється значною кількістю поломок різальних інструментів під час входження в матеріал деталі та значними відхиленнями якості поверхні отвору на ділянці врізання у порівнянні з поверхнею усталеного різання. Переважно описується і досліджується процес врізання для деталей із перпендикулярним торцем, хоча для машинобудування в цілому похибки неперпендикулярності торця деталі при обробці отворів після операцій відрізання може бути наступною [2]:

- відрізання газовою ацетилено-кисневою машиною – 1,0-2,0 мм;
- відрізання прокату діаметром 10÷80 мм на пресах – 2,0÷4,0 мм;
- відрізання круглого прокату великих січень (до 500 мм) дисковими пилами – 0,4÷3,0 мм;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

- відрізання прокату діаметром до 250 мм стрічковими пилами – 1,5÷5,0 мм;
  - відрізання прокату діаметром до 300 мм приводними ножівками – 2,5÷4,5 мм;
  - відрізання прутків і труб діаметром до 80 мм на токарних верстатах – 0,3÷0,8 мм;
  - відрізання круглого прокату діаметром 50÷60 мм на горизонтально-фрезерних верстатах – 0,4÷0,7 мм;
  - відрізання сталевих прутків на абразивно-відрізних верстатах – 0,3÷0,7 мм.
- Середні величини похибок, викликаних неперпендикулярністю торця заготовок для різних методів відрізання представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Середні величини лінійних похибок, викликаних неперпендикулярністю торця заготовок для різних методів відрізання

№ з/п	Метод відрізання	Середня величина неперпендикулярності торця, мм
1	Газовою ацетилено-кисневою машиною	1,50
2	На пресах (прокат діаметром 10-80 мм)	3,00
3	Дисковими пилами (до 500 мм)	1,70
4	Стрічковими пилами (прокат діаметром до 250 мм)	3,25
5	Приводними ножівками (прокат до 300 мм)	3,50
6	На токарних верстатах прутків і труб діаметром до 80 мм	0,55
7	На горизонтально-фрезерних верстатах (круглий прокат діаметром 50÷60 мм)	0,55
8	На абразивно-відрізних верстатах	0,50

Найбільш застосовуваними методами обробки внутрішніх циліндричних поверхонь діаметром більше 40 мм є розточування різцями [2, 3], а також самовстановлювальними дволезовими інструментами. [4, 5].

Однак, питання впливу конструктивних параметрів самовстановлювальних різальних інструментів на процес механічного оброблення отворів деталей машин є недостатньо дослідженими.

В зв'язку з цим, дослідження конструктивних параметрів адаптивних розточних головок та їх впливу на процес механічної обробки отворів є актуальним завданням.

## 1.2 Методи вирішення поставленої проблеми

Процес обробки отвору самовстановлювальними інструментами складається з періодів самовстановлювання, врізання та усталеного різання.

Суть обробки отвору самовстановлювальними інструментами полягає в тому, що при контакті з заготовкою інструмент центрується забірною частиною відносно країв оброблюваного отвору і в процесі різання формує циліндричну поверхню, діаметр якої відповідає діаметру кола, описаного навколо вершин різальних кромek інструмента.

Самовстановлювальні інструменти в процесі роботи здатні пристосовуватись до незначних відхилень шпинделя верстата та заготовки.

На рис. 1.1 показана самовстановлювальна оправка з плаваючим блоком. В пазу самовстановлювальної оправки 2, встановлена плаваюча дволезова пластина 1, яка утримується від випадання конічним гвинтом 3 [2].

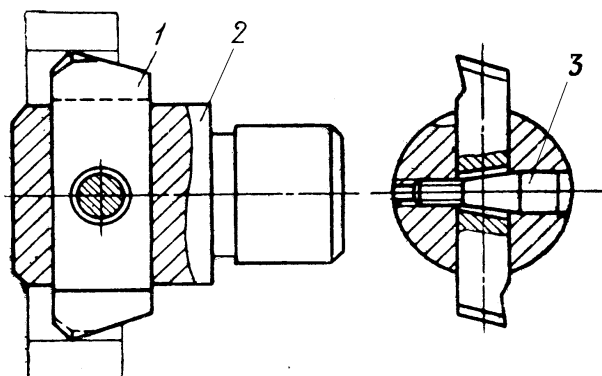


Рисунок 1.1 – Самовстановлювальна оправка з плаваючим блоком

					КРМ 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Використовують також плаваючі дволезові регульовані блоки з напаяними пластинками з твердого сплаву (рис. 1.2) [2]. Блок має два ножі 1 і 4 з припаяними пластинками 5 з твердого сплаву Т15К6. В поздовжній паз ножа 4 входить виступ ножа 1, в результаті чого відбувається базування ножів та їх взаємне переміщення. Положення ножів регулюють гвинтом 2, головка якого входить в спеціальний паз 1. Після регулювання ножі закріплюють гвинтом 3; діапазон регулювання блоку 4 мм. Геометричні параметри різальних кромок:  $\gamma=0^\circ$ ;  $\alpha=5^\circ$ ;  $\phi_1=45^\circ$ ;  $\phi_2=15^\circ$ ; направляюча частина 2-2,5 мм.

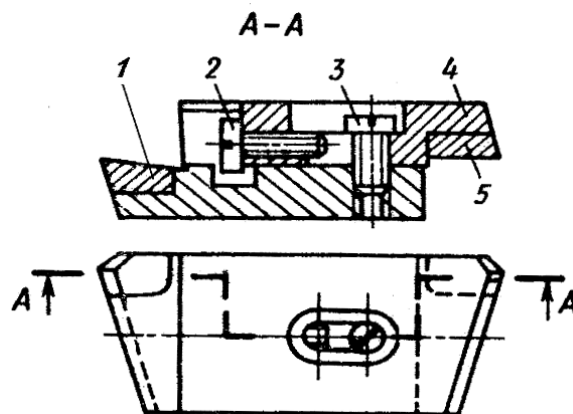


Рисунок 1.2 – Плаваючий дволезовий блок з напаяними пластинками з твердого сплаву

Розточувальні дволезові блоки, які розміщуються в пазу спеціальної оправки, застосовують при обробці отворів за 7-9 квалітетом точності в корпусних деталях, циліндрах, гільзах та кільцях на розточувальних карусельних верстатах, на одно- та багатошпindelних токарних автоматах і напівавтоматах [6, 7].

На машинобудівних заводах використовують конструкції суцільних та збірних, нерегульованих та регульованих дволезових розверток з швидкорізальної сталі та із пластинками з твердого сплаву.

Дволезові плаваючі розвертки (рис. 1.2) зазвичай не регулюють після заточування. Використовувати одну і ту саму розвертку для обробки отворів

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

декількох розмірів без її переточки неможливо. Найбільш перспективними є регульовані розточувальні дволезові блоки.

Дволезова розвертка з мікрометричним регулювальним пристроєм зображена на рис. 1.3 [3]. Такі розвертки виготовляють 18 типорозмірів діаметром 19-200 мм. Розвертка має корпус 1 з регулювальним пристроєм та два змінних ножі 2; взаємозамінювані ножі використовують двох типів: тип I – для розвертування наскрізних та тип II – для розвертування глухих отворів; матеріал різальної частини ножів – швидкорізальна сталь. Розвертки виготовляють з конічним та циліндричним хвостовиками. Ножі розміщені в точному пазу на передньому торці корпусу та захищені від випадання і від стружки кришкою 3, яка закріплена до корпусу гвинтами.

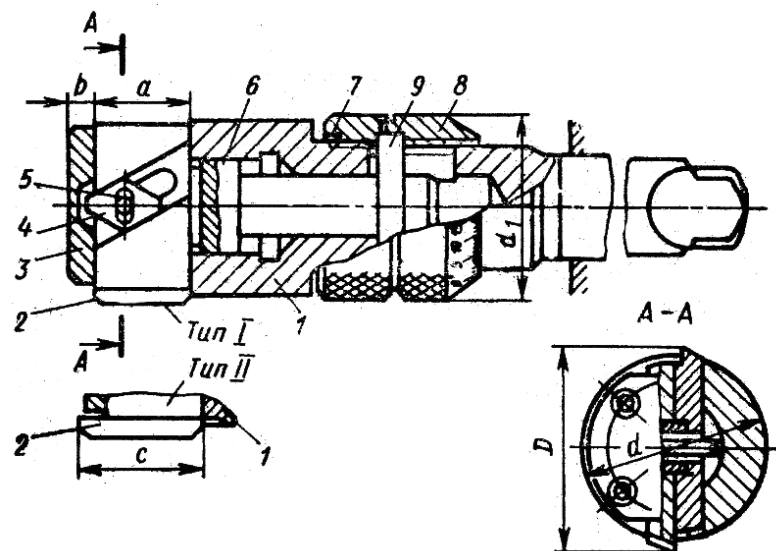


Рисунок 1.3 – Дволезова розвертка з мікрометричним регулювальним пристроєм

Для переміщення ножів в радіальному напрямку призначений похилий паз, по якому за допомогою циліндричного штифта 5 переміщується ромбовидна шпонка 4. Штифт 5 змонтований в штовхачі 6, який може переміщуватись вздовж осі розвертки призматичним стопорним пальцем 9, зв'язаним з мікрометричною 8 та стопорною 7 гайками. Гайки переміщуються по різі на корпусі розвертки та фіксують стопорний палець в необхідному

					КРМ 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

положенні. На зовнішній конічній поверхні мікрометричної гайки нанесена шкала, одна поділка якої відповідає зміні діаметра розвертки на 0,02 мм.

Величина переміщення ножів в радіальному напрямку визначається зазором між штифтом та стінками отвору в ромбоподібній шпонці. Ножі мають точну заточку, виконувану поза корпусом.

Для одержання отвору необхідного діаметру розвертку встановлюють на розмір за допомогою мікрометра, а потім коректують встановлений розмір в процесі обробки. Розмір регулюють за допомогою мікрометричної гайки. При регулюванні стопорну гайку вивільняють, а потім знову затягують.

При обробці плаваючими розвертками отворів за 7 квалітетом точності в деталях з чавуну та сталі необхідно використовувати такі режими різання: швидкість різання до 10 м/в.; подача 0,3-0,5 мм/об і більше, припуск на діаметр 0,2-0,5 мм (менша швидкість та більша подача – при роботі розвертками більшого діаметра).

При обробці деталей з сталі застосовують охолодження сульфозфрезолом в суміші з гасом (до 50 %) або з іншими рідинами (наприклад, з 5-10% олеїнової кислоти або чотирьохлористого вуглецю або з іншими компонентами) [2, 3]. Стійкість розверток при роботі з охолоджувальною рідиною, виготовленою на основі мастил, в 2 рази і більша, ніж при роботі з охолодженням 5-10% розчином емульсолу в воді. При обробці чавуну застосовують охолодження гасом або працюють всуху.

Стійкість ножів з швидкорізальної сталі становить не менше 100 хвилин машинного часу при обробці сталі 45. При зношенні розвертки проводять декілька підналагоджень. Ножі, які мають зношення по задній поверхні 0,5 мм та більше, потрібно переточувати. Особливість описаних розверток – відсутність на калібруючій частині ножів циліндричної поверхні. Розвертки при виготовленні не шліфують, а лише заточують на універсально-затиловочному верстаті.

Застосування розвертування з використанням описаних регульованих блоків замість розточування або шліфування підвищує продуктивність праці на

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

чистових операціях на 40-50% та скорочує об'єм налагоджувальних робіт при складанні на 5-7%.

Плаваючий блок встановлюють в паз оправки (рис. 1.4), що має корпус 3 кришку 1 з закріплюючими гвинтами 5, гвинт 4, що утримує блок 2 від випадання з пазу.

Виходячи з вимог стійкості інструменту для розточувального блоку, глибина різання рекомендується в межах 0,15-0,2 мм. При подальшому збільшенні глибини різання в межах 0,35-0,5 мм точність обробки дещо змінюється, але разом з тим різко падає розмірна стійкість плаваючого блоку.

Після обробки середнє відхилення діаметру отвору відрізняється максимально на 8 мкм при  $t = 0,35$  мм.

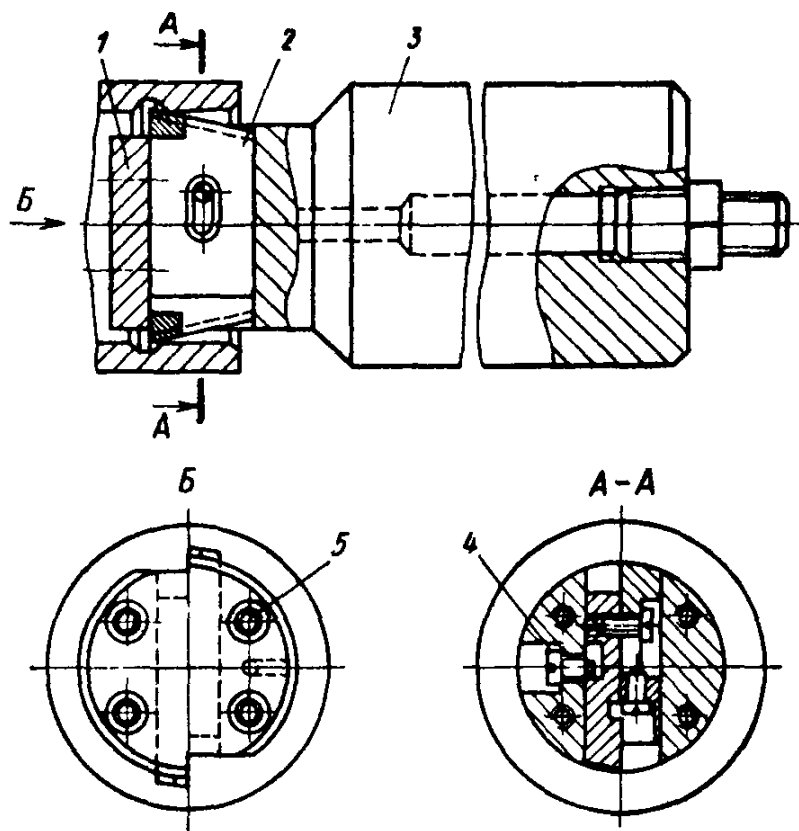


Рисунок 1.4 – Оправка для плаваючих блоків для багатшпіндельних токарних автоматів

					KPM 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Використання плаваючого дволезового блоку дозволяє не лише значно зменшити допуск на отвір в порівнянні з розточувальними різцями, але й знижує вплив неточності фіксації шпиндельного блоку партії кілець.

Існує також інший вид самовстановлювальних інструментів – це коливні багатолезові регульовані самовстановлювальні розвертки [2]. Коливні розвертки та шарнірні державки до них дозволяють інструменту повертатися на певний кут і самовстановлюватися у оброблюваному отворі. Процес обробки отвору самовстановлювальними мірними інструментами, як і в випадку плаваючих блоків, складається з періодів самовстановлювання, врізання та усталеного різання.

На рис. 1.5 представлена конструкція регульованої трилезової коливної розвертки, яка виключає вібрацію в процесі роботи [2]. У втулці 9 розвертки розміщений корпус 5 на трьох кульках 7, які розміщені під кутом  $120^\circ$ . Корпус з'єднується із втулкою гайкою 6, якою можна регулювати жорсткість пружини 8. У вифрезерованих пазах корпуса за допомогою штифтів 2 і гвинта 4 закріплені три круглі пластинки 3 з твердого сплаву Т15К6.

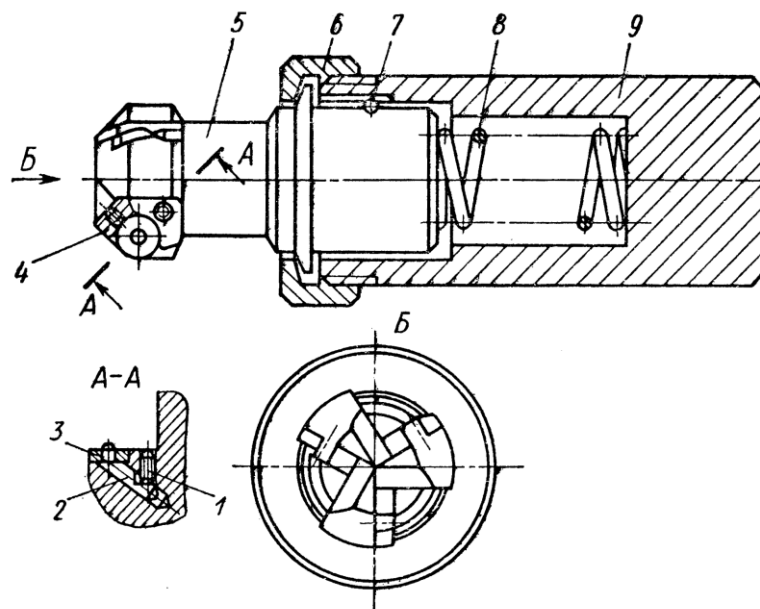


Рисунок 1.5 – Трилезова коливна самовстановлювальна розвертка

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Точне налагоджування розвертки на розмір здійснюється за допомогою штифта 2 та гвинтів 4 і 1. Наявність зазору між зовнішньою поверхнею корпусу та внутрішньою поверхнею втулки забезпечує можливість повороту корпусу в двох взаємно перпендикулярних площинах. Для забезпечення безвібраційного різання необхідно створити певний гарантований опорний момент корпусу 5 відносно гайки 6. Практично це досягається регулюванням сили пружини 8 за допомогою гайки 6. Застосування такої розвертки дозволяє забезпечити точність обробки за 9-10 квалітетом точності. При обробці глибоких отворів можливий увід осі отворів після розвертування.

Самовстановлювальна оправка з плаваючим дволезовим блоком (рис. 1.6) дозволяє до мінімуму звести похибки обробки, які викликані неточністю співпадіння осей заготовки та інструменту.

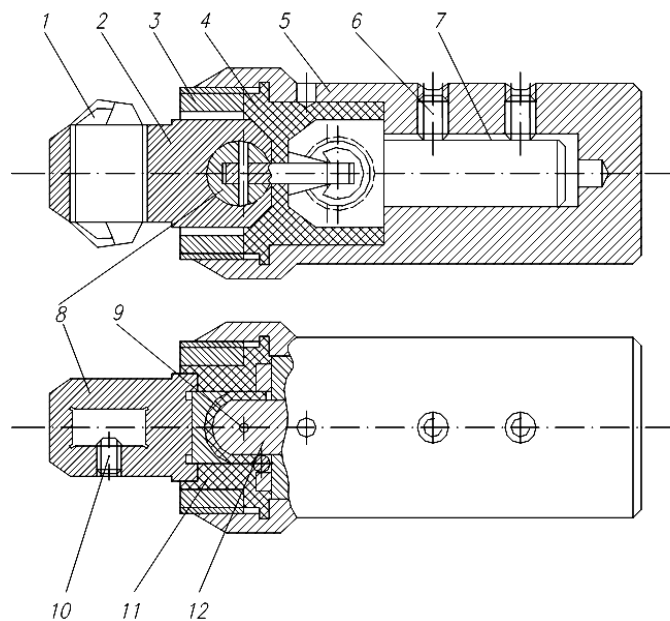


Рисунок 1.6 – Самовстановлювальна оправка для плаваючих дволезових блоків

Оправка має корпус 5 та державку 2, в пазу якої встановлений плаваючий дволезовий регульований блок 1; переміщення блоку обмежується гвинтом 10. Державка 2 з'єднується з хвостовиком 7 карданним механізмом. Від повороту хвостовик 7 утримується двома гвинтами 6, які впираються в лиску. Карданний

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

механізм складається з двох кулачків 8, виконаних по одному в державці 2 та в корпусі 5 по ковзаючій посадці. Останні стопоряться двома кільцями 11. Кулачки 8 з'єднуються з планкою 12 осями по ковзаючій посадці. Простір між карданним механізмом та втулкою заповнюється гідропластом 4, який оберігає оправку від вібрації. Гайка 3 дозволяє регулювати пружність гідропласту [2].

Регулювання величини переміщення державки 2 здійснюється зміною зазору між державкою 2 та гайкою 3. При вході розточувального блоку 1 в оброблюваний отвір вісь державки центрується відносно осі деталі, що досягається за допомогою карданного механізму. В горизонтальній площині це здійснюється поворотом планки 12 відносно осі 9, а в вертикальній площині – зміщенням кулачків 8 відносно державки 2 та хвостовика 7.

При випробуваннях цієї оправки з плаваючим розточувальним блоком було визначено, що точність розмірів та похибка форми отворів мало залежать від припуску та глибини різання в діапазоні 0,15-0,4 мм. Оправка з карданним механізмом і плаваючим розточувальним блоком може працювати при порівняно великих припусках, забезпечуючи достатньо високу точність обробки.

Використання описаної конструкції з плаваючим дволезовим блоком дозволяє не лише зменшити допуск на обробку отвору в порівнянні з обробкою отворів розточувальним різцем, але й знижує вплив неточності фіксації шпиндельного блоку на точність обробки партії кілець, оброблених різними шпинделями.

Застосування оправки з карданним механізмом дозволяє зменшити допуск обробки отворів, більш ніж в 3 рази в порівнянні з розточуванням цього отвору розточувальним різцем і майже в 1,4 рази при обробці отворів розточувальним блоком з оправкою, вісь яких нерухома.

Застосування приведених вище конструкцій самовстановлювальних інструментів забезпечує точність оброблених отворів 7-9 квалітету точності.

Поряд із описаними вище перевагами, інструменти такого типу мають недоліки, зокрема, швидкість самовстановлювання та якість поверхні отвору, що утворюється під час врізання плаваючого блоку в тіло заготовки, залежить від кута в плані  $\phi_0$  забірної частини різальної кромки і коефіцієнта тертя на різальній кромці та в напрямному пазу державки, який визначається кутом

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

тертя. Причому, при дуже великому куті  $\phi_0$  чи великій силі тертя, яка може різко зрости внаслідок попадання стружки в напрямний паз державки, може відбутися самогальмування інструменту, в цьому випадку самовстановлювання не відбудеться і різання буде проводитись однією кромкою, як при звичайному точінні. Також значний вплив на процес різання чинять температурні деформації, що додатково ускладнюють процес самовстановлювання, аж до заклинювання плаваючого блоку. Крім того показники якості на всій довжині поверхні отвору часто різняться, так на ділянці, яка отримується на етапі врізання значно гірша шорсткість та точність обробки в порівнянні із ділянкою отриманою при усталеному різанні. Основним недоліком є самовстановлювання в радіальному напрямку, що негативно впливає на точність обробки.

Це підтверджує актуальність подальших досліджень в області розробки нових ефективних конструкцій різальних інструментів для обробки отворів.

Одним із методів обробки отворів з неперпендикулярними торцями деталей є використання багатолезових розточувальних інструментів з осовою корекцією лез, що суттєво позитивно впливає на точність.

Відомий спосіб оброблення коротких точних отворів [8] з використанням спеціальної оправки (рис. 1.7), що включає врізання в оброблювану деталь і подальшу обробку отвору інструментом певного базування з пониженою крутною жорсткістю, забезпечувану за рахунок наявності на державці ділянок, що мають 1 і 2 менші і більші січення, де на період врізання в оброблювану деталь згинну жорсткість інструменту збільшують здійсненням силового замикання ділянок державки, що мають більші перерізи.

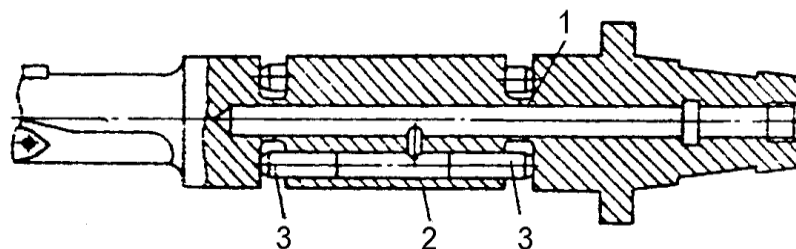


Рисунок 1.7 – Оправка для обробки отвору:

1 і 2 – ділянки меншого і більшого перерізу, 3 – шток

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Недоліком інструменту є відносна складність конструкції і використання додаткового джерела енергії для роботи оправки.

Конструкція пристрою для свердління глибоких отворів [9] представлена на рис. 1.8 і складається з державки 1 з свердлильною головкою 2, в корпусі якої встановлені центральна 3 і периферійні 4 різальні пластини та направляючі планки 5, привід подачі 6 і механізм циклічної зміни подачі 7 з датчиком 8.

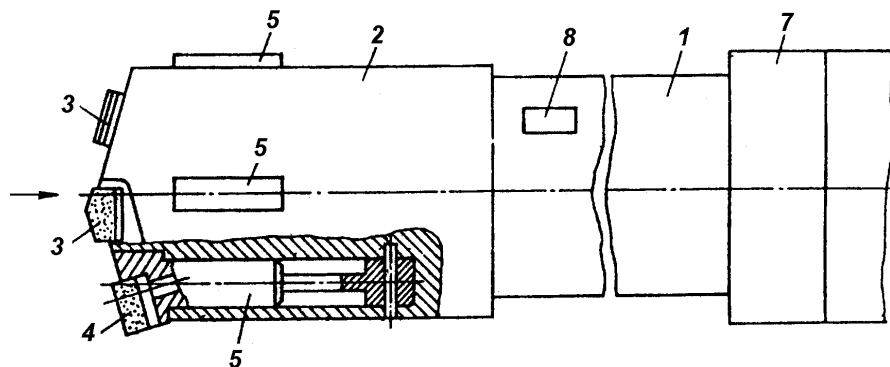


Рисунок 1.8 – Пристрій для свердління глибоких отворів

Недоліком пристрою є відносна складність конструкції і використання датчиків, які в процесі свердління можуть бути пошкоджені стружкою.

Розточувальний інструмент [10] представлений на рис. 1.9, складається з корпусу 1, в якому розточувальний блок 2 вставлений в паз 3 корпусу 1 і підтиснутий пружиною 4, з'єднано з розточувальним блоком 2 зубом 5.

Недоліком такого інструменту є те, що пружина використовується лише для фіксації радіального зміщення розточувального блоку при його врізанні в деталь і не використовуються для підпружинення блоку в осьовому напрямку, обмеженому шириною пазу.

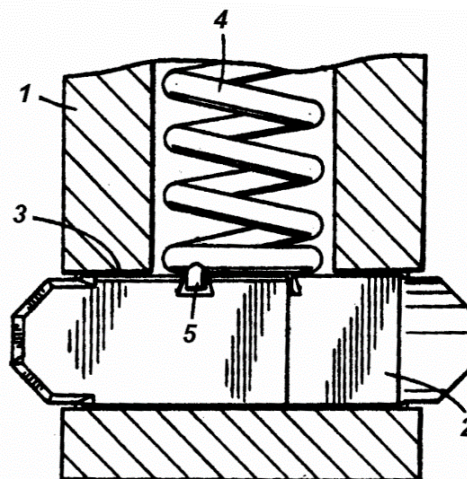


Рисунок 1.9 – Розточувальний інструмент

					КРМ 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Різальний інструмент [11] (рис. 1.10) призначений для обробки торців пружин і складається з корпусу 1, в якому за допомогою гвинта 2 закріплена різальна пластина 3. Опорні пластини 4 закріплені в корпусі 1 методом пайки.

Недоліком цієї конструкції є те, що осьове регулювання різальних пластин відбувається вручну перед початком обробки.

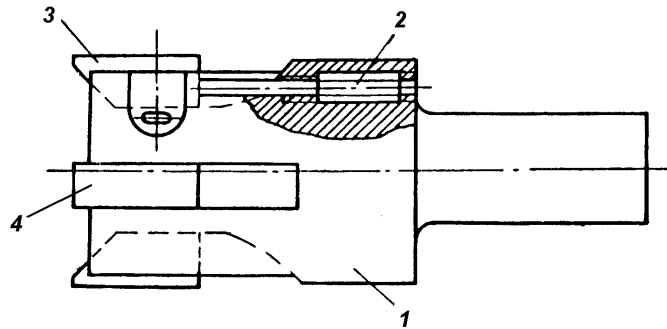


Рисунок 1.10 – Різальний інструмент

Одним із перспективних інструментів для віброобробки глибоких отворів є інструмент [12] представлений на рис.1.11.

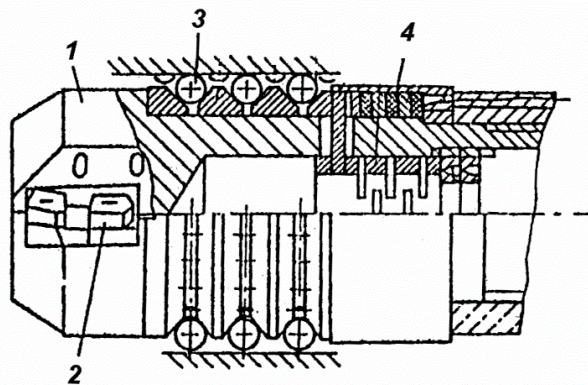


Рисунок 1.11 – Інструмент для віброобробки глибоких отворів

Інструмент складається з оправки 1, на якій закріплені різальні пластини 2, опорні кульки 3 і п'єзоелементи 4. За рахунок п'єзоелементів відбувається рух різальних пластинок відносно оправки та згладжування гребінців, які

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

утворюються в результаті розточування різцями, а отже і покращення якості поверхні отвору.

Недоліком конструкції є те, що потрібний механізм управління п'єзоелементами, їх захист та необхідність забезпечення додаткової енергії, що зумовлює складність інструменту, а також значну його вартість. Крім того, на більшості типових верстатів неможливо використання таких інструментів без встановлення обладнання для забезпечення підведення енергії для вібробробки.

### **1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу**

Аналізуючи наведені дані, можна зробити висновок, що лінійні похибки, викликані неперпендикулярністю торця деталі при відрізання на металорізальних верстатах і пресах, які найбільш широко використовуються на виробництві, становить в середньому 1,5-3,0 мм.

При обробці також слід враховувати неточність закріплення, похибку встановлення заготовки, що в свою чергу збільшує неперпендикулярність торця заготовки до осі інструменту.

Розглянувши процес обробки отворів із неперпендикулярним торцем жорсткими та самовстановлювальними інструментами можна зробити наступні висновки: обробка отворів самовстановлювальними інструментами характеризується меншим часом врізання за рахунок піднаштовування плаваючих різальних кромek під торець отвору в результаті чого відбувається вирівнювання навантаження між різальними лезами, на відміну від жорстких інструментів, в яких, як правило, на етапі врізання обробку здійснює лише одне різальне лезо, що призводить до відхилення від осі інструменту і відповідно до його заклинювання. По суті, лезо інструменту вдаряється до торця заготовки, відбувається виривання матеріалу з її тіла, а не процес різання, внаслідок чого стійкість інструменту значно зменшується, надійність процесу різання падає,

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

якість обробки отворів на ділянці врізання значно нижча, ніж на етапі усталеного різання.

Тому, при обробці отворів деталей із неперпендикулярним торцем слід використовувати самовстановлювальні інструменти, які забезпечують плавність врізання інструменту в тіло заготовки та рівномірну якість отвору по всій його довжині.

Проаналізувавши завдання до дипломної роботи, а також стан питання в галузі оброблення отворів деталей адаптивним різальним інструментом можемо окреслити наступні задачі, які потрібно вирішити в процесі виконання дипломної роботи [13]:

- дослідити вплив конструктивних параметрів адаптивних розточних головок на технологічний процес;
- розробити конструкцію дворіцевої адаптивної розточної головки;
- розробити раціональний технологічний процес механічного оброблення корпуса КС6В-47.007, у тому числі із застосуванням засобів САПР ТП;
- спроектувати спеціальне технологічне оснащення для розробленого технологічного процесу виготовлення деталі;
- провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих проектних рішень;
- спроектувати діляницю механічного цеху для виготовлення корпуса КС6В-47.007;
- розробити заходи з охорони праці, безпеки у надзвичайних ситуаціях, екології.

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

## 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 2.1 Теоретичні дослідження умов роботи самовстановлювальних інструментів

Однією із складних операцій в механічній обробці є виготовлення отворів в деталях, до яких висувають вимоги високої точності і якості поверхні. Найбільш застосовуваними методами обробки внутрішніх циліндричних поверхонь діаметром більше 40 мм – є розточування різцями [2], а також самовстановлювальними дволезовими інструментами [3].

На процес обробки отворів накладається величина неперпендикулярності торців деталей, що вимагає удосконалення конструкцій механізму самовстановлювання блоків і подальшого дослідження їх роботи, що дозволило б розробити інструменти для обробки точних отворів на токарних верстатах і зокрема на багатошпindelних токарних автоматах.

Так, в [14] розглянутий випадок взаємодії дволезового плаваючого блоку з отвором заготовки, що має прямолінійну поверхню, як показано на рис. 2.1.

При контактуванні однієї з різальних кромки забірної частини блоку з заготовкою в місці контакту з'являється нормальна сила реакції  $N_1$ , величина якої залежить від кута в плані  $\varphi_0$  забірної частини різальної кромки та коефіцієнту тертя на різальній кромці і в направляючому пазу державки, що визначається кутом тертя  $\varphi$ .

В період самовстановлювання інструмент переміщується радіальною силою  $N_y$ , величина якої залежить від кута в плані  $\varphi_0$  забірної частини, коефіцієнта тертя (сили тертя) в місці контакту інструменту з заготовкою.

Радіальна складова сили  $N$  становить

$$N_y = N_x \operatorname{ctg}(\varphi_0 \pm \varphi), \quad (2.1)$$

де  $N_x$  – осьова складова сили  $N$ .

					<i>KPM 18-531.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>				<b>НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						24	11
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							



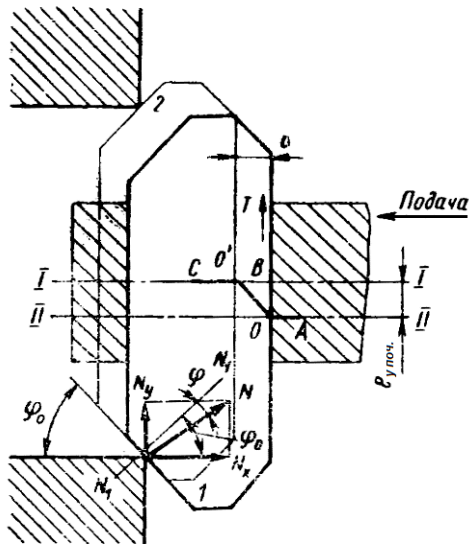


Рисунок 2.1 – Схема дії сил при радіальному самовстановлюванні плаваючого блоку в отворі деталі з перпендикулярним торцем

Умова самовстановлювання плаваючого блоку при контактуванні однією з різальних кромки з заготовкою до початку стружкоутворення

$$N_x \operatorname{ctg}(\varphi_0 \pm \varphi) > N_x \mu, \quad (2.2)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя пари інструмент-державка.

Час самовстановлювання блоку [14] визначається величиною переміщення  $e_{y \text{ поч.}}$ , режимами різання і кутом в плані  $\varphi_0$  плаваючого блоку

$$t_y = \frac{e_{y \text{ поч.}}}{s \cdot n \cdot \operatorname{tg} \varphi_0}, \quad (2.3)$$

де  $s$  – подача, мм/об;

$n$  – частота обертання заготовки, об/хв.

Реальна крива  $ABCDEF$  [14] самовстановлювання дволезового блоку в отворі деталі з прямолінійним торцем, яка отримана в результаті запису на профілографі (рис. 2.2) за виглядом відповідає теоретичній ламаній самовстановлювання  $AOO'C$ , представлений на рис. 2.1.

Записування переміщення такого плаваючого блоку виконувалося при поздовжній подачі 0,109 мм/хв. і частоті обертання  $n = 200$  об/хв, ( $V = 37$  м/хв.); величина початкового зміщення  $e_{y \text{ поч.}} = 1$  мм; час самовстановлювання  $t_y$  за

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

профілограмою дорівнює 2,5 секунди; розрахункове значення  $t_y$  визначене за формулою (2.3), рівне 2,7 секунди.

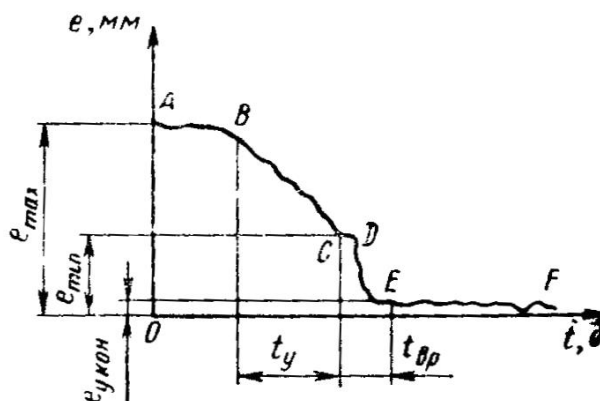


Рисунок 2.2 – Схема процесу радіального самовстановлювання дволезового плаваючого блоку в отворі деталі з перпендикулярним торцем

На рисунку 2.3 представлена схема різання плаваючим дволезовим блоком з прямолінійними різальними кромками [14].

Умова усталеного різання плаваючим блоком полягає в тому, що різниця радіальних сил  $\Delta P_y$ , що діє на обох різальних кромках блоку, урівноважується силою тертя  $T$ , тобто

$$\Delta P_y \leq T = \mu(P_z + P_x), \quad (2.4)$$

де  $P_z$  – головна складова сили різання;

$P_y$  – осьова складова сили різання.

В процесі усталеного різання плаваючий блок буде залишатися в тому відцентрованому положенні, яке було забезпечене при самовстановлюванні блоку в момент врізання, поки буде виконуватися умова  $\Delta P_y < T$ .

При умові  $\Delta P_y = T$  положення блоку характеризується обмеженою стійкістю і при  $\Delta P_y > T$  блок під дією різниці сил  $\Delta P_y - T$  починає переміщуватися, тобто фіксоване положення втрачається.

Лепіховим В. Г. також розглянутий процес утворення мікро нерівностей  $H$  при обробці отвору плаваючим блоком з круглою пластинкою радіусом  $r$  з подачею  $S$ . Його схема представлена на рис. 2.4.

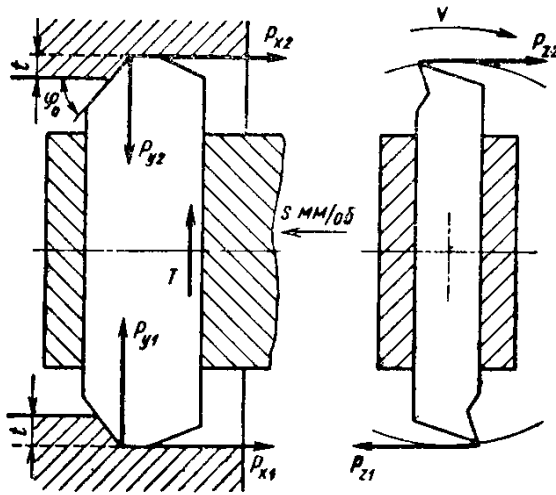


Рисунок 2.3 – Схема різання плаваючим дволезовим блоком з прямолінійним різальними кромками

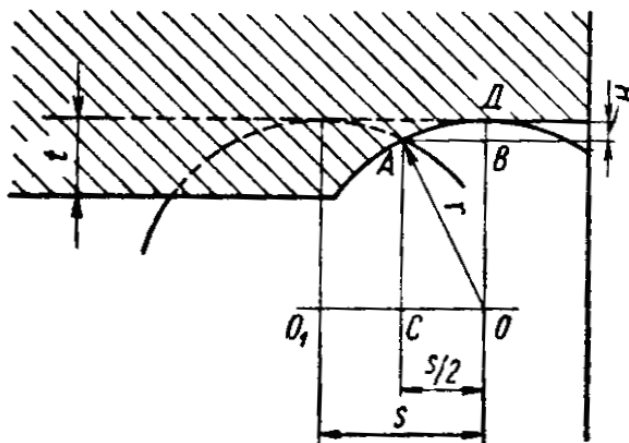


Рисунок 2.4 – Схема утворення мікронерівностей  $H$  при обробці отворів плаваючим блоком

Визначено радіус  $r$  круглої пластинки, що становить

$$r \approx \frac{S^2}{8H}. \quad (2.5)$$

При цьому відмічено, що радіус пластинки, отриманий з умови самовстановлювання, значно більший, ніж той що розраховується за виразом (2.5) для шорсткості поверхні  $R_z$  10-20 мкм. Отже, умова самовстановлювання є достатньою для вибору радіуса твёрдосплавної пластинки  $r$ .

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

В [14] розглянуто механізм самовстановлювання розвертки, що коливається, для багатошпindelних автоматів в момент початкового контактування різальних кромки із кромками отвору, що обробляється (рис. 2.5).

В результаті аналізу схеми представленої на рис. 2.5 зроблено висновок про те, що для підтримання усталеного процесу різання необхідно створити таку силу пружини  $F_{np}$ , при якій випадкові зміни  $\Delta P_z$  не призводили до порушення усталеного різання.

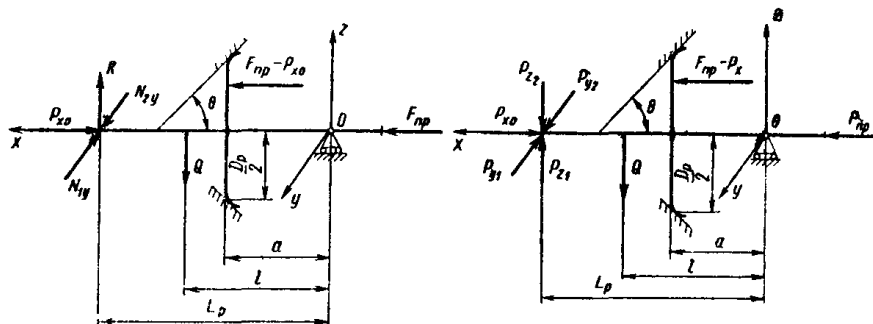


Рисунок 2.5 – Схема дії сил в дволезовій розвертці, що коливається, для багатошпindelних автоматів

Самовстановлювальний процес може порушуватися і у випадку, якщо в горизонтальній площині з'явиться некомпенсована сила

$$\Delta P_y > \frac{D_p}{L_p} \cdot \frac{(F_{np} - P_{xo})}{2 \cdot \sin \theta}, \quad (2.6)$$

де  $D_p$  – діаметр розвертки;

$L_p$  – довжина розвертки;

$P_{xo}$  – осьова сила, яка діє на розвертку в площині  $XOY$ ;

$\theta$  – кут повороту розвертки відносно її центру коливання.

Для дволезової самовстановлювальної розвертки в [14] розроблена схема, представлена на рис. 2.6.

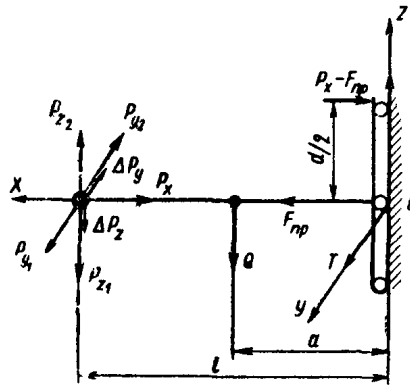


Рисунок 2.6 – Схема дії сил в дволезовій самовстановлювальній розвертці

Встановлено, що корпус розвертки буде обертатися в горизонтальній площині доти, поки буде зберігатися нерівність

$$\Delta P_y > \frac{(P_x - F_{gh}) \cdot d}{2L}, \quad (2.7)$$

де  $L$  – довжина корпусу розвертки;

$d$  – діаметр опорного бурта корпусу;

$P_y$  – нескопенсовані сили;

$P_x$  – горизонтальна складова сили різання;

$F_{сп}$  – сила пружини.

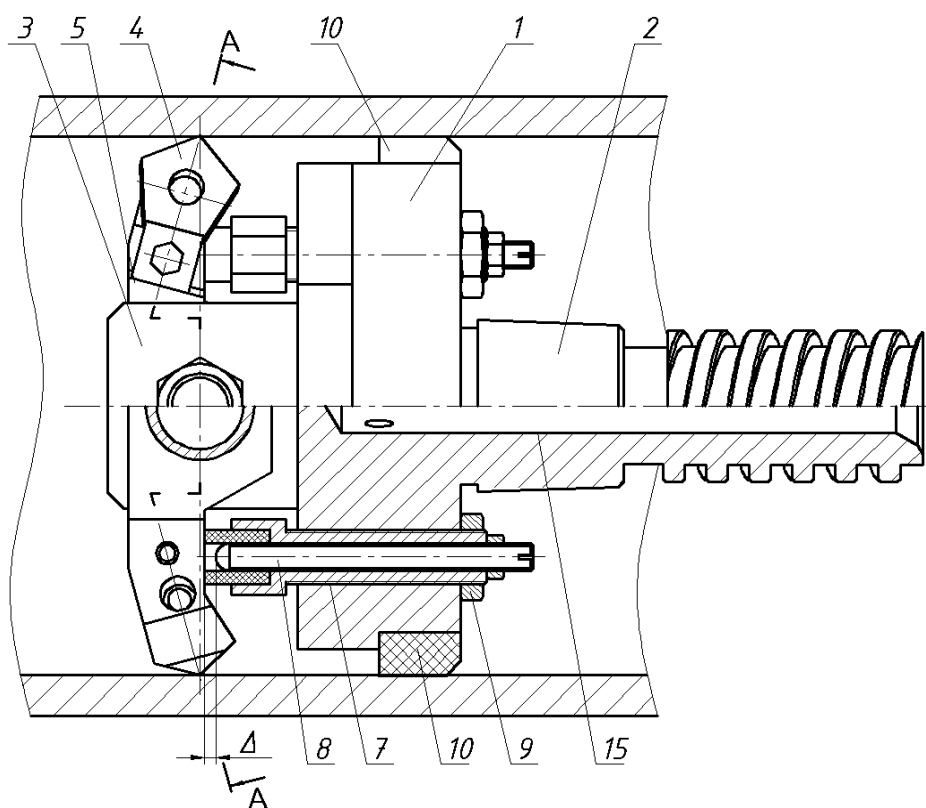
З аналізу умов рівноваги системи сил, що діють на розвертку, видно, що для забезпечення стабільності положення її осі в процесі усталеного різання необхідно зменшити довжину  $L$  корпусу розвертки і збільшити діаметр  $d$  опорного бурта корпусу.

## 2.2 Дворізцева адаптивна розточна головка

Дворізцева адаптивна розточна головка [15] (рис. 2.7) складається з корпусу 1, який виконаний у вигляді кронштейна з хвостовиком 2 з одного боку і U-подібними бічними поверхнями 3, паралельними осі хвостовика з другого боку. Різальні елементи 4 закріплені на рівноплечому важелі 5, який встановлений з

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

можливістю повороту на осі 6. Вісь 6 розміщена у співвісних отворах 7, виконаних на U-подібних бічних поверхнях 3. На лівому торці корпуса 1



A-A

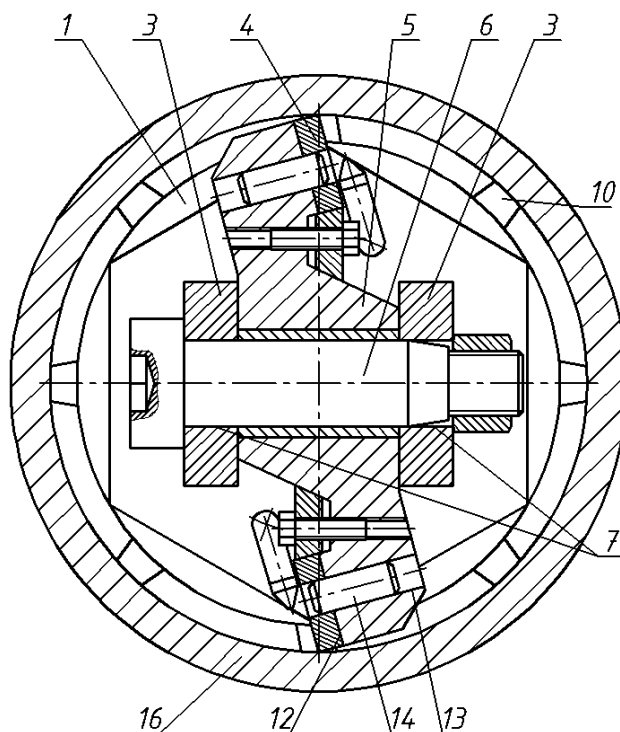


Рисунок 2.7 – Схема дворізцевої адаптивної розточної головки

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

діаметрально протилежно і паралельно до U-подібних бічних поверхонь 3, навпроти рівноплечого важеля 5 виконано два наскрізні отвори 7, в яких розміщені упорні гвинти 8 довжиною більшою за довжини цих отворів. Упорні гвинти 8 з боку хвостовика 2 зафіксовані від осьового переміщення гайками 9. Вільні кінці цих упорних гвинтів 8 виступають з корпусу з боку U-подібних бічних поверхонь 3 таким чином, що можливий коливний рух рівноплечого важеля 5 обмежений зазором  $\Delta$ . В корпусі 1 адаптивної розточної головки виконані пази 10, в які встановлені направляючі елементи 11 з поліуретану. В діаметрально-протилежних кінцях рівноплечого важеля 5 з протилежних боків виконані опорні поверхні 12, сліди яких у січній площині паралельні між собою. На ці поверхні 12 встановлюють різальні елементи 4, наприклад швидкозмінні різальні пластини, а перпендикулярно до опорних площин в рівноплечому важелі 5 виконано наскрізні отвори 13, в які встановлено кріпильні елементи 14 для фіксації положення різальних елементів 4. В корпусі 1 виконано наскрізний отвір 15 для подачі змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання.

Дворізцева адаптивна розточна головка працює наступним чином. Перед початком роботи здійснюють регулювання головки, для чого після встановлення різальних елементів 4 на опорні поверхні 12 встановлюють в отвори 13 кріпильні елементи 14, а від поперечного переміщення різальні елементи 4 закріплюють відомим способом.

Для розточування отворів з відповідним допуском за допомогою упорних гвинтів 8 встановлюють необхідний зазор  $\Delta$ , а самі упорні гвинти 8 фіксують від самовільного осьового переміщення за допомогою гайок 9. В патроні верстату (на кресленні не показано) встановлюють заготовку 16, а в різцетримач встановлюють хвостовик дворізцевої розточної головки. Потім включають оберти шпинделя  $D_r$  і подачу супорта верстату  $D_s$  і таким чином здійснюють процес обробки.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

## 2.3 Визначення конструктивних параметрів дворіцевої адаптивної розточної головки

Проведемо розрахунок конструктивних параметрів адаптивної розточної головки [15]. Лімітуючим розміром для розточної головки буде розмір  $s$ . Для його визначення розглянуто наступну розрахункову схему представлено на рис. 2.8.

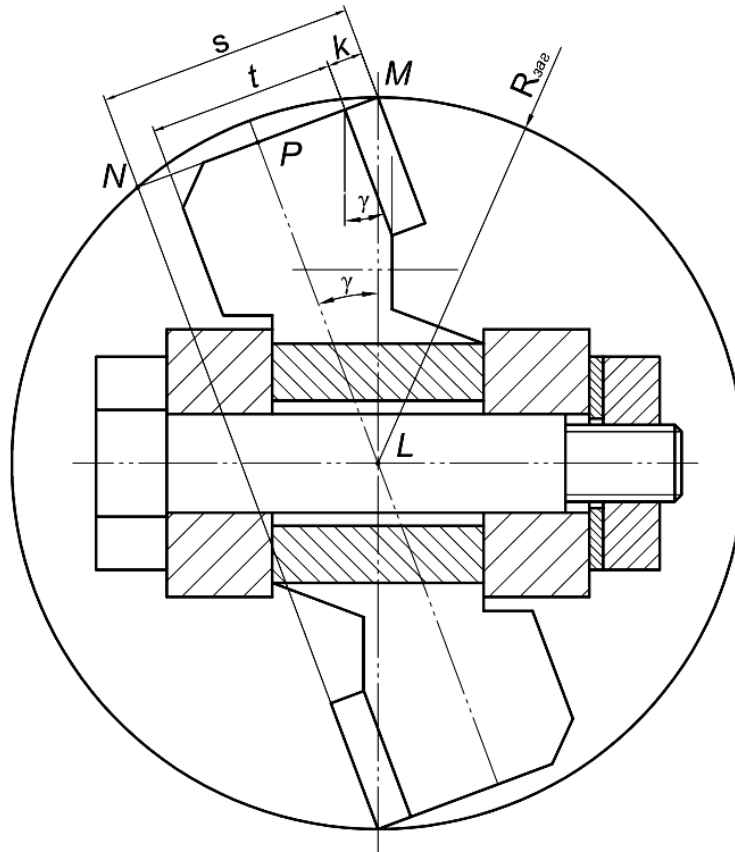


Рисунок 2.8 – Схема для визначення конструктивних параметрів головки

Для визначення лімітуючого значення розміру  $s$  розглянемо  $\Delta LPM$ . При цьому  $LM = R_{заг}$ , а  $s = NM = t + 2 \cdot k$ ;  $MP = \frac{s}{2} = \frac{t + 2k}{2} = \frac{t}{2} + k$ .

$$MP = ML \cdot \sin \gamma = R_{заг} \cdot \sin \gamma.$$

$$\frac{t}{2} + k = R_{заг} \cdot \sin \gamma;$$

$$t = 2(R_{заг} \cdot \sin \gamma - k). \quad (2.8)$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Отже

$$R_{заг} = \left( \frac{t}{2} + k \right) / \sin \gamma.$$

Мінімальний діаметр отвору, який може бути оброблений головкою з заданими конструктивним параметрами визначається із залежності

$$D_{заг} = \frac{t + 2 \cdot k}{\sin \gamma}. \quad (2.9)$$

На рис. 2.9 подано графічні залежності параметра  $t$  від кута  $\gamma$  для різних діаметрів  $D$  отвору оброблюваної заготовки, що побудовані за результатами розрахунків за формулою (2.8).

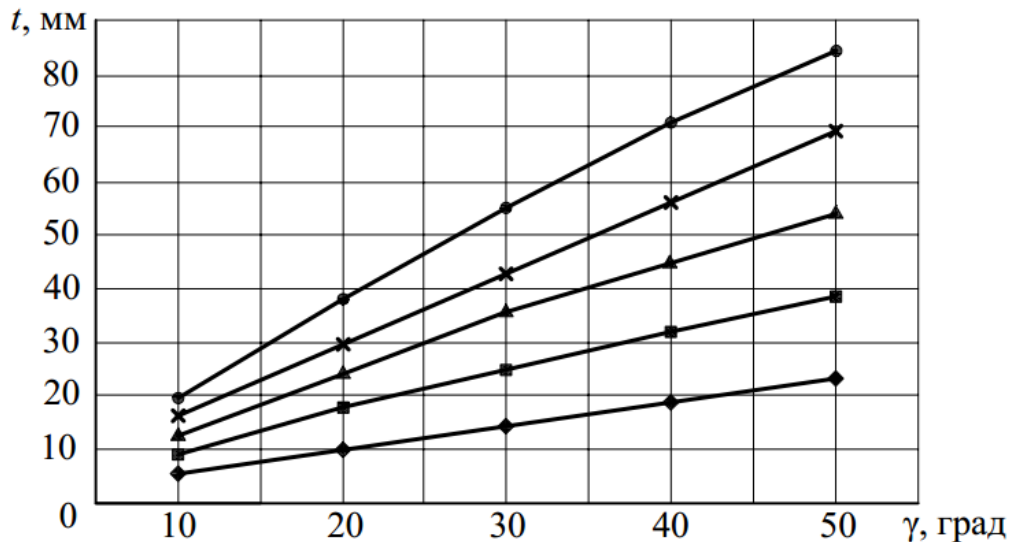


Рисунок 2.9 – Залежності параметра  $t$  від кута  $\gamma$  для різних діаметрів  $D$  отвору оброблюваної заготовки, при  $k = 5$  мм:

◆ –  $D = 30$  мм; ■ –  $D = 50$  мм; ▲ –  $D = 70$  мм; × –  $D = 90$  мм; ● –  $D = 110$  мм

Графічні залежності показують майже лінійну залежність параметра  $t$  від кута  $\gamma$  для різних діаметрів оброблюваних отворів.

На рис. 2.10 подано графічні залежності діаметра  $D$  отвору оброблюваної заготовки від кута  $\gamma$  для різних значень параметра  $t$  розточної головки, що побудовані за результатами розрахунків за формулою (2.9).

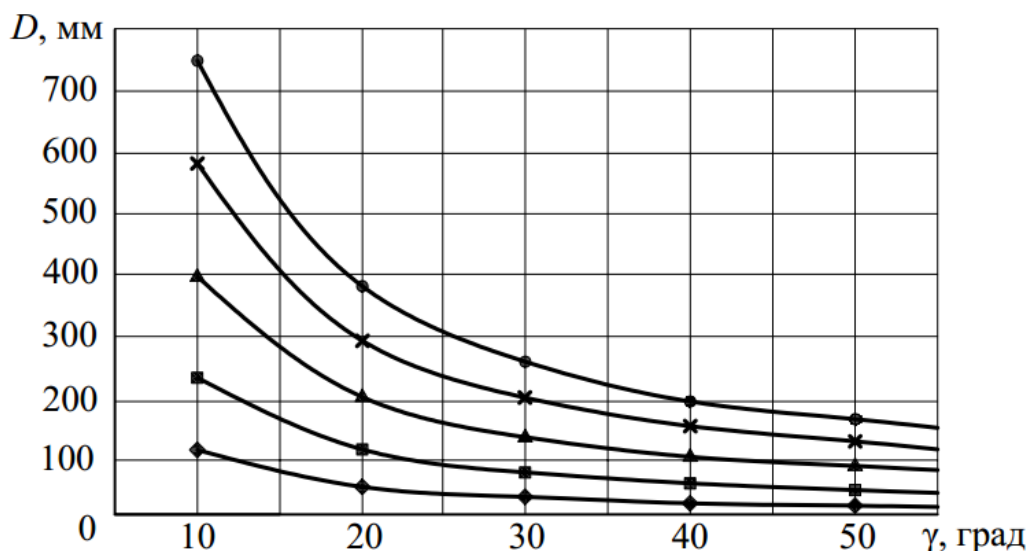


Рисунок 2.10 – Залежності діаметра  $D$  оброблюваного отвору від кута  $\gamma$  для різних значень параметра  $t$  розточної головки, при  $k = 5$  мм:

◆ –  $t = 10$  мм; ■ –  $t = 20$  мм; ▲ –  $t = 30$  мм; × –  $t = 40$  мм; ● –  $t = 50$  мм

## 2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів досліджень

Розроблено конструкцію адаптивної розточної головки для розточування внутрішніх циліндричних поверхонь. Запропонована конструкція дворізцевої адаптивної розточної головки забезпечує можливість використання швидкозмінних різальних пластин та підведення змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання, що зменшує силу різання при розточуванні і підвищує технологічність її конструкції.

Отримані теоретичні залежності дозволяють встановити взаємозв'язки між конструктивними параметрами адаптивної розточної головки та діаметром оброблюваного отвору, що в свою чергу, полегшить процес її проектування.

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва.

##### Аналіз технічних вимог

Деталь «Корпус КС6В–47.007» представляє собою конструкцію, заготовку якої виготовляють литвом. Корпус редуктора служить для розміщення і координації деталей конічної передачі, захисту їх від забруднення, організації системи безпеки, а також сприйняття сил, які виникають в результаті роботи конічної зубчастої передачі. Загальний вигляд корпуса представлено на рисунку 3.1.

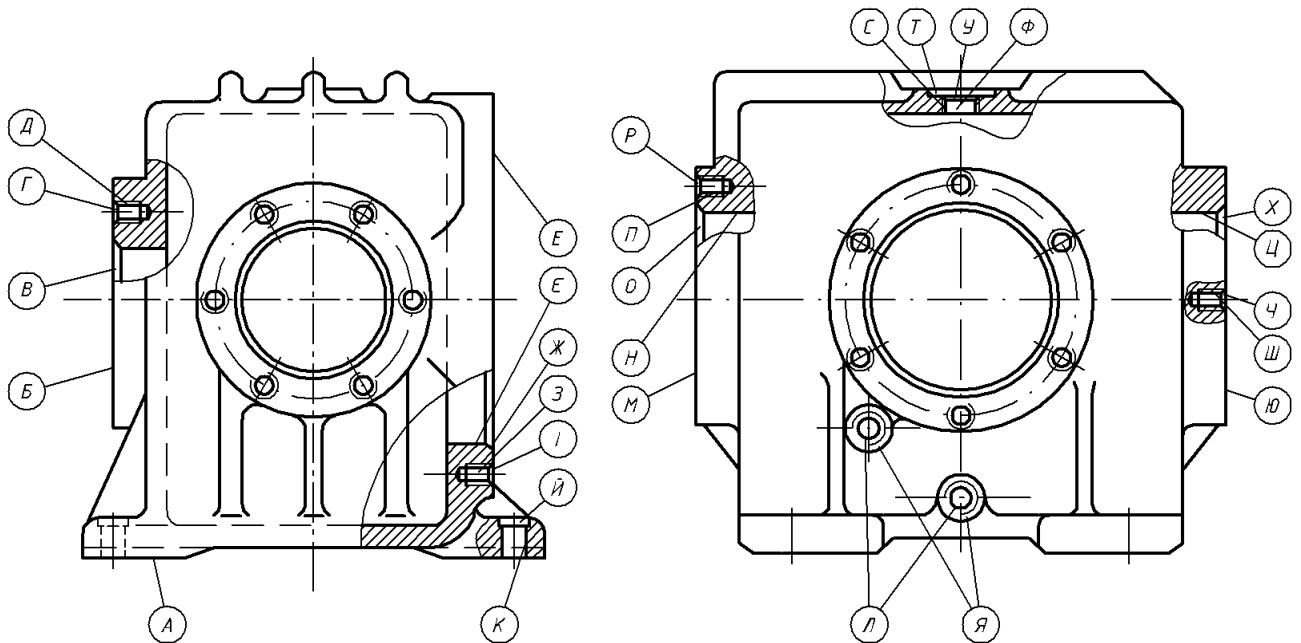


Рисунок 3.1 – Позначення поверхонь деталі

Робочі поверхні деталі – це поверхні, за допомогою яких деталь виконує своє службове призначення.

Основні базуючі поверхні – це поверхні, за допомогою яких визначається положення інших деталей в вузлі.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата			
Розроб.		Качалуба			Літ	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ткаченко				35	39
Н. контр.		Дячун			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61		
Затв.		Пилипець					

Допоміжні базуючі поверхні – це поверхні, за допомогою яких визначається положення інших деталей в вузлі відносної даної деталі.

Вільні поверхні – це поверхні, які не виконують ніякого призначення але необхідні для отримання замкнутого геометричного контуру на робочому кресленні. Класифікація поверхонь деталі по призначенню приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Класифікація поверхонь деталі

Позначення поверхні	Вид поверхні
Д, З, Л, П, Ф, Ш, К	Робочі
А, Б, Е, М, Ю	Основні базуючі
Н, Ц, Є	Допоміжні базуючі

Для правильної роботи машини, при проектуванні корпусу, необхідно витримувати технічні вимоги: зміщення отвору  $\varnothing 100H8 (+0,054)$  відносно отвору  $\varnothing 122H8 (+0,063)$  не більше 0,05 мм; перпендикулярність отвору  $\varnothing 230_{-0,122}^{+0,07}$  відносно осі, не повинна перевищувати 0,05 мм; забезпечити шорсткість робочих поверхонь 3,2 мкм. На оброблених поверхнях не допускається більше двох однакових раковин, величиною, по найбільшому вимірюванню, більше 1,55 мм і глибиною 1 мм на 1 дм<sup>2</sup>. Раковини менших розмірів допускаються в більшій кількості і при тій же сумарній площі. До решти поверхонь, згідно конструктивного призначення, підвищених вимог немає.

Для виготовлення даної деталі, необхідно застосовувати матеріал, який має добрі ливарні властивості та оброблюваність. Враховуючи конструктивні особливості деталі, її форму, розміри, для виготовлення даної деталі застосовують алюмінієвий сплав АК8М (АЛ32) ГОСТ 1583-93. Хімічний склад даного матеріалу представлено у табл. 3.2, а механічні властивості – у табл. 3.3.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад алюмінієвого сплаву АК8М (АЛ32) ГОСТ 1583-93 (%)

Al	Fe	Si	Mn	Ti	Cu	Zr	Mg	Zn	Інші
основа	до 0,9	7,5 - 9,0	0,3 - 0,5	0,1 - 0,3	1 - 1,5	до 0,1	0,3 - 0,5	до 0,3	до 1,1

					<i>KPM 18-531.00.00</i>					Арк
										36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.3 – Механічні властивості алюмінієвого сплаву АК8М

(АЛ32) ГОСТ 1583-93

$\sigma_s$ , МПа	$\Delta$ , %	$\Psi$ , %	НВ
176 – 284	0,5 – 2,0	-	60 – 90

Результати аналізу аналіз технічних умов зведено у таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна умова чи вимога	Метод виконання	Метод контролю
А	Забезпечити точність h9, шорсткість Ra 6,3	Забезпечується фрезеруванням	Штангенциркуль, зразки шорсткості
Б, Е, М, Ю	Забезпечити точність h9, шорсткість Ra 6,3	Забезпечується фрезеруванням	Штангенциркуль, шаблон, зразки шорсткості
Ц, Н	Забезпечити точність Н8, шорсткість Ra 3,2	Забезпечується розточуванням	Пробка, штангенциркуль, зразки шорсткості
Є	Забезпечити точність Н8, шорсткість Ra 6,3	Забезпечується розточуванням	Пробка, штангенциркуль, зразки шорсткості
Д, З, Л, П, Ф, Ш	Забезпечити точність h7, шорсткість Ra 12,5	Забезпечується свердлінням з подальшим нарізанням різі	Пробка, штангенциркуль, зразки шорсткості
К	Забезпечити точність Н9, шорсткість Ra 6,3	Забезпечується свердлінням	Калібр, зразки шорсткості

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

### 3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

Технологічний контроль креслення деталі та аналіз її технологічності, мають на меті встановити відповідність конструкції деталі сучасному розвитку техніки і технологій, ступінь економічності обробки, вибір найбільш раціональних методів виготовлення деталі, які забезпечують відповідність деталі її службовому призначенню.

Провівши детальне вивчення креслення деталі, можна зробити наступні зауваження:

- на кресленні не вказані радіуси ливарних заокруглень та спряжень окремих поверхонь радіусом 6 мм, а також ливарні нахили 1...2°.

- не вказано марку використовуваних захисних і декоративних покриттів.

В загальному, на кресленні є всі необхідні розміри та перерізи, проекції, які дають уявлення про її конфігурацію та можливі методи отримання заготовки.

Деталь виготовляється з матеріалу АК8М, литвом, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при виготовленні заготовки. Хоча вилівок досить простий, в опоці повинен бути передбачений складний роз'єм через наявність в деталі бокових виступів.

Необхідно відзначити, що товщина стінок виливка дещо завищена, оскільки найбільший габаритний розмір деталі не перевищує 310 мм, рекомендована мінімальна товщина стінок для таких виливків складає 3 – 9 мм.

З точки зору механічної обробки, деталь є технологічною, оскільки дозволяє обробляти внутрішні поверхні без особливих труднощів. В конструкції деталі відсутні перепади діаметрів. В деталі має місце зовнішня плоска поверхня (підшва), яка легко обробляється фрезою. Розміщення отворів, які свердлять, дозволяє застосувати багатопозиційні головки, тому технологічний процес виготовлення деталі характеризується економічністю і простотою. Деталь має базові поверхні, до всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ інструменту.

Отже, деталь є досить технологічною.

Визначимо кількісні показники технологічності [16].

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

Рівень технологічності конструкції за точністю, характеризується коефіцієнтом точності, що визначається за формулою

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (3.1)$$

де  $T_{cp}$  – середній квалітет точності обробки виробу

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (3.2)$$

де  $T_i$  – квалітет точності обробки;

$n_i$  – число розмірів відповідного квалітету.

$$T_{cp} = \frac{7 \cdot 26 + 8 \cdot 29 + 9 \cdot 8 + 14 \cdot 35}{98} = 9,99;$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{9,99} = 0,90.$$

Якщо  $K_{mч} > 0,8$ , то деталь не є високоточною і досить технологічною.

Рівень технологічності за шорсткістю, визначається за формулою

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (3.3)$$

де  $Ш_{cp}$  – середній клас шорсткості

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (3.4)$$

де  $Ш_i$  – числове значення шорсткості поверхні;

$n_i$  – число поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

$$Ш_{cp} = \frac{12,5 \cdot 87 + 6,3 \cdot 9 + 3,2 \cdot 2}{98} = 11,74;$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{11,74} = 0,91.$$

Рівень технологічності конструкції за використанням матеріалу визначається за формулою

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (3.5)$$

де  $M_{\text{д}}$  і  $M_{\text{з}}$  – відповідно маса деталі і заготовки.  $M_{\text{д}} = 11,0$  кг;  $M_{\text{з}} = 12,5$  кг.

$$K_{\text{вм}} = \frac{11,0}{12,5} = 0,88.$$

Отже, із приведених вище розрахунків, можна зробити висновок, що деталь в цілому є технологічною.

### 3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва

У залежності від номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску продукції розрізняють три типи виробництва: одиничне, серійне, масове (ГОСТ 14.004-83).

Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій – відношення числа всіх різних технологічних операцій, виконаних чи підлягаючих виконанню протягом місяця, до числа робочих місць в даному структурному підрозділі

$$K_{\text{зо}} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.6)$$

де  $\sum O$  – сумарне число різноманітних операцій, що виконуються на дільниці за місяць;

$\sum P$  – сумарне число робочих місць на даній дільниці цеху.

Прийнято:

$K_{\text{зо}} < 1$  – масове виробництво;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$1 < K_{30} < 10$  – багатосерійне виробництво;

$10 < K_{30} < 20$  – середньосерійне виробництво;

$20 < K_{30} < 40$  – дрібносерійне виробництво;

Для одиничного виробництва  $K_{30}$  не регламентується

В зв'язку з тим, що існує базовий варіант технологічного процесу виготовлення деталі, розрахунок типу та організаційної форми виробництва, проводимо по маршруту і трудомісткості проектного варіанту, який приведений в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технологічний маршрут

№ операції	Назва операції	Верстат	Штучний час, хв.
005	Вертикально-фрезерна	6P12	16,1
010	Вертикально-свердлильна	2H135	14,3
015	Слюсарна	Верстак	
020	Вертикально-фрезерна	6P12	22,08
025	Горизонтально-розточувальна	2620ГФ1	29,3
015	Слюсарна	Верстак	
035	Радіально-свердлильна	2A554	20,24
040	Радіально-свердлильна	2A554	1,86
045	Радіально-свердлильна	2A554	1,10
050	Слюсарна	Верстак	
055	Протирання	Верстак	
060	Приймальний контроль	ПР1466	

Число операцій, закріплених за одним місцем знаходимо за формулою [16]

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot K_e \cdot \eta_n}{T_{шт} \cdot N_m}, \quad (3.7)$$

де  $F_m$  – місячний фонд часу роботи обладнання при двозмінному режимі

$$F_m = 4012 : 12 = 33,4;$$

$K_e$  – середній коефіцієнт використання норм часу,  $K_e = 1,3$ ;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_n$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_n = 0,8$ ;

$T_{шт}$  – штучно-калькуляційний час виконання операції на одному верстаті, хв.;

$N_m$  – місячна програма випуску деталей,  $N_m = 24000:12 = 2000$  шт.

$$O_{005} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{16,1 \cdot 2000} = 0,65;$$

$$O_{010} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{14,3 \cdot 2000} = 0,73;$$

$$O_{020} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{22,08 \cdot 2000} = 0,47;$$

$$O_{025} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{29,3 \cdot 2000} = 0,36;$$

$$O_{035} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{20,24 \cdot 2000} = 0,51;$$

$$O_{040} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{1,86 \cdot 2000} = 5,61;$$

$$O_{045} = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{1,10 \cdot 2000} = 9,49;$$

$$O = \sum_{i=8}^8 O_i = 0,65 + 0,73 + 0,47 + 0,36 + 0,51 + 5,61 + 9,49 = 17,82.$$

$$K_{3.0} = \frac{17,82}{7} = 2,55.$$

Звідси, тип виробництва – багатосерійний, оскільки  $1 < K_{3.0} < 10$ .

Приймаємо групову форму організації виробництва, яка характеризується запуском виробів партіями з деякою періодичністю, що є ознакою серійного типу виробництва, розміщення робочих місць в послідовності, згідно технологічного процесу.

Величина такту випуску

$$t_0 = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (3.8)$$

де  $F_d = 4015$  год – дійсний річний фонд часу обладнання;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N$  – річна програма випуску деталей.

$$t_0 = \frac{4015 \cdot 60}{24000} = 10,03 \text{ хв/шт.}$$

Партія деталей визначається за формулою

$$n = \frac{N_p \cdot a}{F}, \quad (3.9)$$

де  $N_p$  – річна програма випуску деталей;

$a$  – періодичність запуску партії деталей;

$F$  – число робочих днів у році,  $F = 244$  дні.

$$n = \frac{24000 \cdot 12}{244} = 1180 \text{ шт.}$$

Серійне виробництво характеризується виготовленням чи ремонтом виробів періодично повторюваними партіями. У залежності від числа виробів у партії чи серії і значення коефіцієнта закріплення операцій розрізняють дрібно-, середньо- і великосерійне виробництво (ГОСТ 3.1121-84).

Серійне виробництво є основним типом машинобудівного виробництва. Приблизно 80% усієї продукції машинобудування країн світу виготовляється на заводах серійного виробництва (виробництво верстатів, пресів, деревообробних верстатів, текстильних машин, насосів, вентиляторів і т.д.). У серійному виробництві машини виготовляють серіями, а заготовки обробляють партіями.

У серійному виробництві процес виготовлення деталей побудований за принципом диференціації операцій. Окремі операції закріплені за визначеним робочим місцем. Тому виробництво цього типу характеризується необхідністю переналагодження технологічного устаткування при переході на виготовлення деталей іншої партії. Для виконання різних операцій використовують універсальні металорізальні верстати, оснащені як універсальними, так і універсально-збірними і спеціальними пристосуваннями. Знаходять

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		43

застосування також спеціалізовані, спеціальні автоматизовані, агрегатні верстати. Досить широко використовують верстати з числовим програмним керуванням, у тому числі багатоцільові; одержують поширення гнучкі виробничі системи. Доцільне застосування спеціального різального інструмента, а також застосування спеціальних мірних інструментів і вимірювальних приладів.

При необхідності вибір технологічного устаткування й оснащення повинний бути обґрунтований відповідними техніко-економічними розрахунками. Устаткування може бути розташоване за груповою ознакою чи у вигляді потоку.

### 3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Метод одержання заготовок для деталей визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення.

Вибрати заготовку для даного корпуса – значить вибрати спосіб її одержання.

Заготовкою для проектної деталі служить відливка АК8М ГОСТ 1583-89. Заготовку для деталі можна отримати наступними способами:

*Перший варіант:* лиття в піщані форми.

*Другий варіант:* лиття у кокіль.

Вартість заготовки отриманої за першим і другим методом визначалась за формулою [16]

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{від}}{1000}, \quad (3.10)$$

де  $C_i$  – базова вартість 1т. заготовок, грн.;

$k_m, k_c, k_g, k_m, k_n$  – коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу та обсягу виробництва заготовок;

$Q$  – маса заготовки, кг;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$q$  – маса готової деталі, кг;

$S_{від}$  – ціна однієї тонни відходів, грн.

Вартості однієї тонни заготовок і відходів прийняті станом на 10.11.2019, а коефіцієнти згідно [16].

Вартість однієї тонни заготовок для першого варіанту  $C_1 = 184000$  грн., а для другого –  $C_2 = 188000$  грн. Коефіцієнт  $k_o$  для першого варіанту  $k_m = 1,0$ , а для другого –  $k_m = 1,06$ . Коефіцієнт  $k_e$  для першого варіанту  $k_e = 1,0$ , а для другого –  $k_e = 1,2$ . Решта коефіцієнтів для обох методів однакові і складають відповідно:  $k_c = 1,21$ ;  $k_m = 1,0$ ;  $k_n = 1,0$ . Маса заготовок і деталей  $Q_1 = 12,5$  кг,  $Q_2 = 12,0$  кг і  $q = 11,0$  кг. Ціна однієї тонни відходів –  $S_{від} = 24000$  грн.

Підставивши відповідні значення, отримуємо для першого варіанту

$$S_{заг1} = \left( \frac{184000}{1000} \cdot 12,5 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (12,5 - 11,0) \frac{24000}{1000} = 2747 \text{ грн.}$$

Для другого варіанту

$$S_{заг2} = \left( \frac{188000}{1000} \cdot 12,0 \cdot 1,06 \cdot 1,21 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (12,0 - 11,0) \frac{24000}{1000} = 3448 \text{ грн.}$$

Отже, провівши розрахунки для двох методів отримання заготовок, і, взявши до уваги технічні та організаційні особливості обох методів можна зробити наступні висновки.

1. Вартість заготовки отриманої за першим методом на 350,63 грн. менша ніж за другим.

2. Точність та шорсткість заготовок отриманих за обома методами практично однакові.

Річний економічний ефект від застосування першого методу у порівнянні з другим можна визначити за формулою

$$E_{pz} = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot N, \quad (3.11)$$

$$E_{pz} = (3448 - 2747) \cdot 24000 = 16824000 \text{ грн.}$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, застосування 1-го методу більш доцільне, оскільки він вигідніший як економічно, так і технічно. Його і пропонуємо вибирати в якості основного для даної деталі.

### **3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз**

Оброблення плоских поверхонь корпусу раціонально здійснювати методом фрезерування. Оброблення отворів під підшипники – методом розточування. Виконання різьбових отворів – методом свердління з подальшим нарізанням різі.

При достатньо високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечує найменшу похибку установки. Для забезпечення точності виготовлення деталі необхідно дотримуватись принципу суміщення баз – технологічних, вимірювальних, установочних, намагатись забезпечити їх постійність при послідуєчих операціях обробки.

При зміні баз в процесі обробки, точність оброблення знижується внаслідок похибок взаємного розміщення нових і раніше застосовуваних баз.

Від правильного вибору технологічних баз, значною мірою залежить фактична точність виконання розмірів, правильність взаємного розміщення поверхонь, складність пристроїв, різальний та вимірювальний інструменти, загальна продуктивність обробки заготовок.

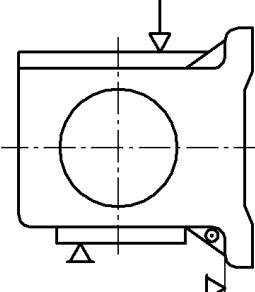
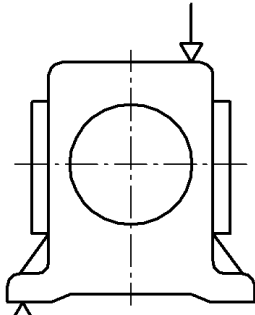
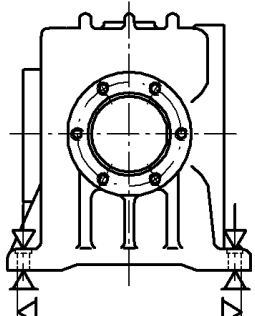
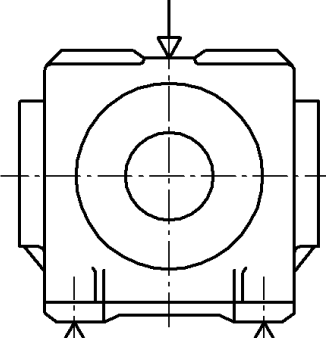
При виборі технологічних баз, важливою умовою являється те, щоб при першій операції вибрати такі поверхні, які б в подальшому не оброблялися. На всіх наступних, необхідно дотримуватися принципу суміщення та постійності баз.

Найбільшої точності обробки деталі можна досягнути в тому випадку, коли весь процес обробки ведеться від однієї бази з однієї установки, тому, що при кожній новій установці вноситься поправка на взаємне розміщення осей поверхонь. Так як в більшості випадків неможливо обробити деталь на одному верстаті і доводиться вести обробку на інших верстатах, то з метою досягнення найбільшої точності, необхідно всі подальші установи деталі на тому чи іншому верстаті приводити по можливості до однієї і тієї ж бази.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

Представимо вибір технологічних баз для обробки деталі в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вибір технологічних баз

№ операції	Назва операції, обладнання	Теоретична схема базування та закріплення
005	Комплексна з ЧПК	
015	Комплексна з ЧПК	
025	Радіально-свердлильна	
030, 035	Радіально-свердлильна	

### 3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання

Складемо два варіанти маршрутно-операційного технологічного процесу механічної обробки деталі та представимо їх у вигляді таблиць 3.7. і 3.8.

Таблиця 3.7 – I варіант технологічного процесу виготовлення  
корпуса КС6В-47.007

№ з/п	Назва і зміст операції	Оброблювані поверхні	Тип і модель верстату
005	Вертикально-фрезерна	А	6Р12
010	Вертикально-свердлильна	К	2Н135
015	Слюсарна	-	Верстак
020	Вертикально-фрезерна	Б, Е, М, Ю	6Р12
025	Горизонтально-розточувальна	Н, О, Є, Ж, Ц, Х, В	2620ГФ1
030	Слюсарна	-	Верстак
035	Радіально-свердлильна	Ш, Ч, Д, Л, Я, Г, П, Р, З, І,	2А554
040	Радіально-свердлильна	С, Т, У, Ф	2А554
045	Радіально-свердлильна	Й	2А554
050	Слюсарна	-	Верстак
055	Протирання	-	Верстак
060	Приймальний контроль	-	ПР1466

Таблиця 3.8 – II варіант технологічного процесу виготовлення  
корпуса КС6В-47.007

№ з/п	Назва і зміст операції	Оброблювані поверхні	Тип і модель верстату
005	Комплексна з ЧПК	А, К	2206ВМФ4
010	Слюсарна	-	Верстак
015	Комплексна з ЧПК	Е, Ю, Б, М, Н, О, Є, Ж, Ц, Х, В	2206ВМФ4
020	Слюсарна	-	Верстак
025	Радіально-свердлильна	Ш, Ч, Д, Л, Я, Г, П, Р, З, І,	2А554
030	Радіально-свердлильна	С, Т, У, Ф	2А554
035	Радіально-свердлильна	Й	2А554
040	Слюсарна	-	Верстак
045	Протирання	-	Верстак
050	Приймальний контроль	-	ПР1466



Другий варіант відрізняється від першого тим, що в ньому у проведено концентрацію операцій. Зокрема: операції 005 вертикально-фрезерна і 010 вертикально-свердлильна замінені на одну 005 комплексну, а операції 020 вертикально-фрезерна і 025 горизонтально-розточувальна замінені на 015 комплексну.

Детальний аналіз варіантів технологічного процесу, який представлено у розділі 7, показав, що більш раціональним з економічної точки зору є варіант II. Проведемо детальне проектування технологічного процесу і представимо його у вигляді таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Технологічний процес механічної обробки деталі КС6В-47.007

№ з/п	Назва операції	Оброблювані поверхні	Базові поверхні	Назва обладнання
1	2	3		4
005	Комплексна з ЧПК 1. Фрезерувати поверхню в розмір 2. Центрувати 4 отвори в розміри 3. Свердлити 4 отвори в розміри	А  К	Б, Е	2206ВМФ4
010	Слюсарна Зачистити задири після фрезерування			
015	Комплексна з ЧПК 1. Фрезерувати поверхню в розмір 2. Поворот стола на 90° 3. Фрезерувати поверхню в розмір 4. Поворот стола на 90° 5. Фрезерувати поверхню в розмір 6. Поворот стола на 90° 7. Фрезерувати поверхню в розмір 8. Розточити отвір 9. Розточити фаску в розмір	Е  Ю  Б  М  Н  О	А, К	2206ВМФ4

1	2	3	4	5
015	10. Розточити отвір в розміри 11. Поворот стола на 90° 12. Розточити отвір 13. Розточити фаску в розмір 14. Розточити отвір в розміри 15. Поворот стола на 90° 16. Розточити отвір 17. Розточити фаску в розмір 18. Розточити отвір в розміри 19. Розточити фаску в розмір	Н  Є Ж Є  Ц Х Ц В	А, К	2206ВМФ4
020	Слюсарна Зачистити задири після фрезерування і розточування			
025	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 6 отворів в розміри 2. Змінити інструмент 3. Зняти накладну кондукторну плиту 4. Зенкувати послідовно 6 фасок в розмір 5. Змінити інструмент 6. Нарізати послідовно 6 різей в отворах в розміри 7. Повернути пристрій з деталлю на 90° 8. Встановити накладну кондукторну плиту	Ш    Ч   Ш	А, К	2А554

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

1	2	3	4	5
025	9. Змінити інструмент			
	10. Свердлити послідовно 6 отворів в розміри	Д		
	11. Змінити інструмент			
	12. Свердлити послідовно 2 отвори в розміри	Л		
	13. Змінити інструмент			
	14. Відкинути кондукторну плиту			
	15. Цекувати бобишки в розмір	Я		
	16. Змінити інструмент			
	17. Зенкувати послідовно 2 фаски в розміри			
	18. Змінити інструмент			
	19. Нарізати послідовно різь в 2-х отворах в розміри	Л	А, К	2А554
	20. Змінити інструмент			
	21. Зенкувати послідовно 6 фасок в розмір	Г		
	22. Змінити інструмент			
	23. Нарізати послідовно 6 різей в 6-ти отворах в розміри	Д		
	24. Повернути пристрій з деталлю на 90°			
	25. Встановити кондукторну плиту			
	26. Змінити інструмент			
	27. Свердлити послідовно 3 отвори в розміри	П		

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>51</i>

1	2	3	4	5
025	28. Змінити інструмент			
	29. Зняти накладну кондукторну плиту			
	30. Зенкувати послідовно 3 фаски в розмір	Р		
	31. Змінити інструмент			
	32. Нарізати послідовно різь в 3-х отворах в розміри	П		
	33. Повернути пристрій з деталлю на 90°			
	34. Встановити накладну кондукторну плиту		А, К	2А554
	35. Змінити інструмент			
	36. Свердлити послідовно 8 отворів в розміри	З		
	37. Змінити інструмент			
	38. Зняти накладну кондукторну плиту			
	39. Зенкувати послідовно 8 фасок в розмір	І		
	40. Змінити інструмент			
	41. Нарізати послідовно різь в 8-ми отворах в розміри	З		

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

1	2	3	4	5
030	Радіально-свердлильна 1. Свердлити отвір в розмір 2. Змінити інструмент 3. Відкинути кондукторну плиту 4. Цекувати торець бобишки в розмір 5. Змінити інструмент 6. Зенкувати фаску в розмір 7. Змінити інструмент 8. Нарізати різь в розмір	С  Т  У  Ф	А, К	2А554
035	Радіально-свердлильна 1. Завести оправку в отвір 2. Надіти цековку на оправку 3. Цекувати отвір в розміри 4. Зняти цековку з оправки 5. Вивести оправку з отвору 6. Повторити переходи 3 рази	Й	А	2А554
040	Слюсарна Зачистити задири після свердління та нарізання різі			
045	Протирання Протерти деталь			Ганчір'я ТУ 63-178-77-22
050	Приймальний контроль			Стіл контролера ПР 1466

### 3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Розраховуємо припуск на оброблення та міжопераційні розміри для отвору корпусу  $\varnothing 122\text{H}8^{(+0,063)}$  мм.

Технологічний маршрут обробки отвору  $\varnothing 122\text{H}8^{(+0,063)}$  мм, складається з чорнового, напівчистового та алмазного розточування.

Значення Ra100, T 170 мкм, які має якість поверхні заготовки, знаходимо з [16]. Для чорнового розточування Rz40, T 50 мкм; для напівчистового розточування Ra25, T25 мкм; для алмазного розточування Ra3,2 мкм знаходимо з [16].

Сумарне значення просторового відхилення знаходимо за формулою

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (3.12)$$

де  $\rho_{кор}$  – величина короблення в діаметральному і осьовому січенні, мкм;

$\rho_{зм}$  – сумарне зміщення отвору в заготовці відносно зовнішньої її поверхні [16].

$$\rho_{зм} = \sqrt{\left(\frac{\delta_e}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_r}{2}\right)^2}, \quad (3.13)$$

де  $\delta_e$ ,  $\delta_r$  – допуски на найбільші габарити вилівка за класом точності, який відповідає даній заготовці [16]:  $\delta_e=1,0$  мм;  $\delta_r=0,8$  мм.

$$\rho_{зм} = \sqrt{\left(\frac{1000}{2}\right)^2 + \left(\frac{800}{2}\right)^2} = 640 \text{ мкм};$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2},$$

де  $\Delta_k=0,8$  мкм – питома кривизна заготовки по на 1 мм довжини [16];

$d=122$  мм;  $l=38$  мм.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,8 \cdot 122)^2 + (0,8 \cdot 38)^2} = 101 \text{ мкм};$$

$$\rho_z = \sqrt{101^2 + 640^2} = 647 \text{ мкм}.$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Величина залишкового просторового відхилення після чорнового розточування

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_\zeta = 0,05 \cdot 647 = 32,35 \text{ мкм,}$$

після напівчистового розточування

$$\rho_2 = 0,03 \cdot \rho_\zeta = 0,03 \cdot 647 = 19,41 \text{ мкм,}$$

Похибка установки при чорновому розточуванні

$$E_1 = \sqrt{E_\sigma^2 + E_3^2}, \quad (3.14)$$

де  $E_\sigma$  – похибка базування, мм;

$E_3 = 120$  мкм ([16], табл.38, с.80) – похибка закріплення, мкм;

$$E_\sigma = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 38 \cdot 0,0004 = 15,2 \text{ мкм;}$$

де  $l$  – довжина оброблюваного отвору, мм.

Тоді похибка установки при чорновому розточуванні

$$E_1 = \sqrt{15,2^2 + 120^2} = 121 \text{ мкм;}$$

Залишкова похибка установки при напівчистовому розточуванні

$$E_2 = 0,05 \cdot E_1 = 0,05 \cdot 121 = 6,05 \text{ мкм;}$$

При алмазному розточуванні

$$E_3 = 0,03 \cdot E_1 = 0,03 \cdot 121 = 3,63 \text{ мкм.}$$

На основі записаних в таблиці даних, проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, користуючись формулою

$$2Z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_{i-1}^2}). \quad (3.15)$$

Мінімальний припуск під чорнове розточування

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$2Z_{\min 1} = 2(30 + 170 + \sqrt{647^2 + 121^2}) = 2 \cdot 858 \text{ мкм};$$

Під напівчистове розточування

$$2Z_{\min 2} = 2(30 + 50 + \sqrt{32,35^2 + 6,05^2}) = 2 \cdot 103 \text{ мкм};$$

Під алмазне розточування

$$2Z_{\min 3} = 2(20 + 25 + \sqrt{19,41^2 + 3,63^2}) = 2 \cdot 65 \text{ мкм};$$

Знаходимо розрахункові (графічні) розміри, після кожного переходу, враховуючи значення розрахункового мінімального припуску:

- для алмазного розточування

$$d_{p1} = 122,063 \text{ мм};$$

- для напівчистового розточування

$$d_{p2} = 122,063 - 0,122 = 121,932 \text{ мкм};$$

- для чорнового розточування

$$d_{p3} = 121,932 - 0,250 = 121,682 \text{ мкм};$$

- для чорнового розточування

$$d_{p4} = 121,682 - 1,986 = 119,696 \text{ мкм};$$

Значення допусків кожного переходу приймаються за таблицями в залежності від класу точності обробки:

- для алмазного розточування

$$\delta_1 = 63 \text{ мкм};$$

- для напівчистового розточування

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56



$$\delta_2 = 932 \text{ мкм};$$

- для чорнового розточування

$$\delta_3 = 682 \text{ мкм};$$

- для заготовки

$$\delta_4 = 696 \text{ мкм};$$

Значення  $d_{\max}$ , одержуємо з розрахункових розмірів, заокруглених до точності допуску. Знайдемо  $d_{\min}$  для переходів

$$d_{\min 4} = 119,696 - 0,696 = 119 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 121,682 - 0,682 = 121 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 121,932 - 0,932 = 121 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 122,054 - 0,054 = 122 \text{ мм}.$$

Знайдемо  $Z_{\min}^{np}$ ,  $Z_{\max}^{np}$  для кожного переходу:

- для чорнового розточування

$$2Z_{\min 1}^{np} = 121,682 - 119,696 = 1,986 \text{ мм} = 1986 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 121 - 119 = 2 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм};$$

- для напівчистового розточування

$$2Z_{\min 2}^{np} = 121,932 - 121,696 = 0,25 \text{ мм} = 250 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 121 - 121 = 0 \text{ мм} = 0 \text{ мкм};$$

- для алмазного розточування

$$2Z_{\min 3}^{np} = 122,063 - 121,931 = 0,122 \text{ мм} = 122 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 122 - 121 = 1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}.$$

На основі даних розрахунків будуюмо схему графічного положення припусків і допусків при обробці отвору  $\text{Ø}122\text{H}8^{(+0,063)}$  (рис. 3.2).

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Загальні припуски  $Z_{0\min}$ ,  $Z_{0\max}$  визначаємо за формулою

$$2Z_{0\min} = 1986 + 250 + 1000 = 3236 \text{ мкм};$$

$$2Z_{0\max} = 2000 + 0 + 1000 = 3000 \text{ мкм};$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$$Z_{\max 1}^{np} - Z_{\min 1}^{np} = 2000 - 1986 = 14 \text{ мкм};$$

$$\delta = \delta_4 - \delta_3 = 696 - 682 = 14 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 2}^{np} - Z_{\min 2}^{np} = 0 - 250 = -250 \text{ мкм};$$

$$\delta = \delta_3 - \delta_2 = 682 - 932 = -250 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 3}^{np} - Z_{\min 3}^{np} = 1000 - 122 = 878 \text{ мкм};$$

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 = 932 - 54 = 878 \text{ мкм}.$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 3.10. На інші оброблювані поверхні, припуски та допуски вибираємо за таблицями (ГОСТ 7505-89).

Ø 122H8

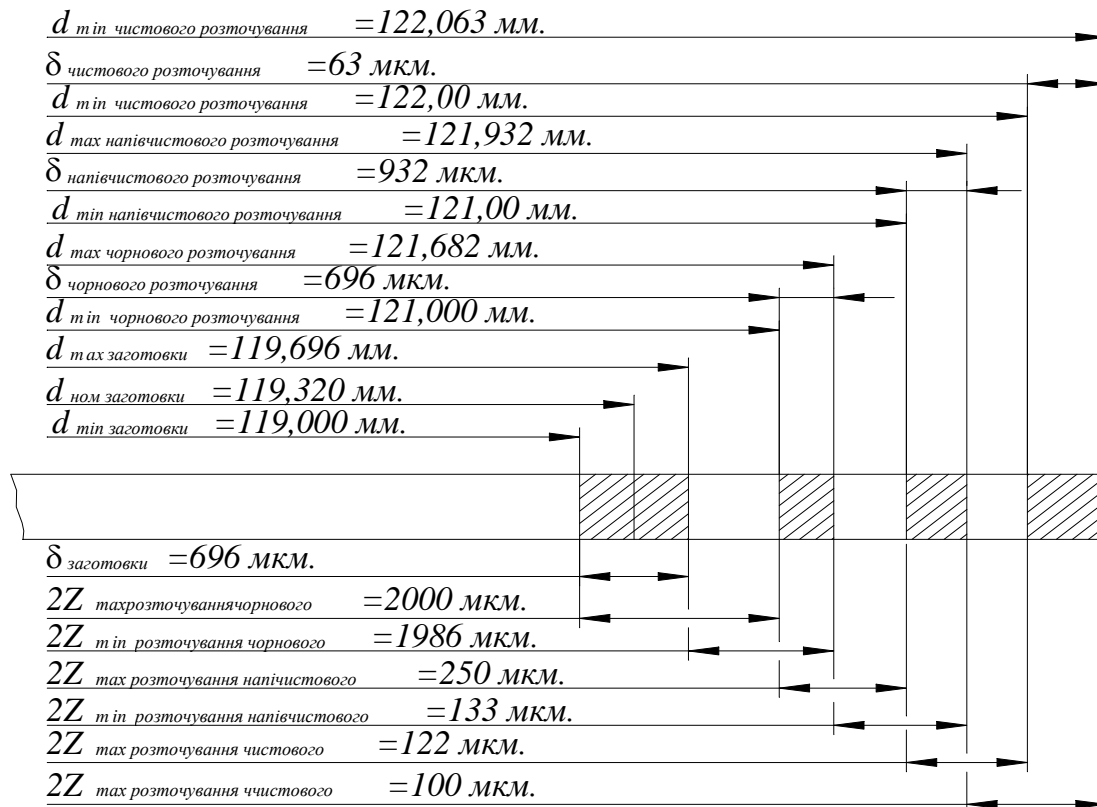


Рисунок 3.2 – Схема розміщення припусків на обробку отвору Ø122H8 корпусу КС6В-47.007

					КРМ 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 3.10 – Дані для розрахунку припусків і граничних розмірів по технологічних переходах отримання внутрішньої циліндричної поверхні Ø 122Н8 (+0,063)

Технологічні переходи обробки поверхні Ø 122 Н8 (+0,063)	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск, мкм $2Z_{\min}$	Розрахунковий розмір, $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	$Rz$	$T$	$\rho$				$\epsilon$	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$
Заготовка	30	170	674	-	121,696	696	119	119,696	-	-
1. Точіння чорнове	30	50	32,4	120	121,682	682	121	121,682	1986	2000
2. Точіння напівчистове	20	25	19,4	6,05	121,932	932	121	121,932	250	1000
3. Точіння алмазне	3,2	-	-	3,63	122,054	63	122	120,063	122	140

### 3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольного-вимірювального інструменту

Вибір різального інструменту здійснюється з ряду найбільш використовуваних стандартних інструментів, але можна застосовувати також і спеціальний інструмент. При виборі типу та конструкції різального інструменту, необхідно враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстату, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість і точність обробки.

Вибір методів та засобів технічного контролю базується на забезпеченні заданих показників контролю і аналізі затрат на його реалізацію у встановлений проміжок часу при встановленій якості виробів. Обов'язковим показником контролю є: точність вимірювань, вірогідність, трудомісткість і вартість контролю. Результати вибору різального, вимірювального та допоміжного інструменту представлено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Вибір різального, вимірювального та допоміжного інструменту

№ з/п	Назва операції	Інструмент	
		Різальний	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Комплексна з ЧПК	Фреза Ø200; ВК8 ГОСТ 26595-85 Свердло (18) ГОСТ10903-77 Свердло (6,3) ГОСТ 14952-75	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Пробка (18) Н9 Калібр
015	Комплексна з ЧПК	Фреза Ø200; ВК8 ГОСТ 26595-85 Різець – спецінструмент	Шаблон (155) Шаблон (106) Шаблон (158) ГОСТ 868-82 ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон (160)

1	2	3	4
025	Радіально-свердлильна	Свердло (Ø6,8) ГОСТ 10903-77 Свердло (Ø8,5) ГОСТ 10903-77 Свердло (Ø14,5) ГОСТ 10903-77 Зенковка ГОСТ 14953-80 Цековка Ø32 ВК8 ГОСТ 14953-80 Мітчик М8-7Н ГОСТ 3266-81 Мітчик М10-7Н ГОСТ 3266-81 Мітчик М16,5×1,5-7Н ГОСТ 3266-81	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
030	Радіально-свердлильна	Свердло Ø14,5 ГОСТ 10403-77 Цековка Ø32 ГОСТ 14953-81 Зенковка ГОСТ 14953-80 Мітчик М16,5×1,5-7Н ГОСТ 3266-81	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
030	Радіально-свердлильна	Цековка ГОСТ 26258-81	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

### 3.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо режими різання для операції, а саме для операції 010. На інші операції режими різання визначаємо за нормативними даними.

За даними [7], визначаємо режими різання для свердлильного переходу операції 010:  $S = 0,8$  мм/об;  $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 18 = 9,0$  мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (3.16)$$

де  $C_v = 6,3$ ;  $q = 0,25$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,55$  – коефіцієнти, що визначаються за, [7];

$D = 18$  – діаметр свердла;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\xi v}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує фізичні умови різання;

$K_{mv} = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, [7];

$K_{uv} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, [7];

$K_{\xi v} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, [7];

$T = 35$  хв – період стійкості свердла, [7];

$S = 0,8$  мм/об – подача.

$$V = \frac{6,3 \cdot 18^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,216^{0,55}} \cdot 0,8 = 20,16 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо оберти шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (3.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20,16}{3,14 \cdot 18} = 365,6 \text{ м/хв.}$$

За паспортними даними верстата  $n_\phi = 400$  об/хв. Дійсна швидкість різання

$$v_\phi = \frac{3,14 \cdot 18,0 \cdot 400}{1000} = 22,6 \text{ м/хв.}$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.18)$$

де  $C_m = 0,005$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – коефіцієнти, які визначаються за [7];

$D$  – діаметр свердла;

$S$  – подача, мм/об;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки [7],  $K_p = 1,5$ .

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 18^2 \cdot 0,8^{0,8} \cdot 1,5 = 20,33 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Осьова сила визначається за формулою:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.19)$$

де  $C_p = 9,8$ ;  $q = 1,0$ ;  $y = 0,7$  – коефіцієнти, які визначаються за [7];

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки  $K_p=1,5$ .

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 18^{1,0} \cdot 0,8^{0,7} \cdot 1,5 = 2263 \text{ Н};$$

Потужність різання

$$N_B = \frac{M_{кр} \cdot n_\phi}{9750}; \quad (3.20)$$

$$N_B = \frac{20,33 \cdot 400}{9750} = 0,83 \text{ кВт}.$$

Основний час на обробку

$$T_0 = \frac{i \cdot L_{p.x}}{S \cdot n_\phi}; \quad (3.21)$$

$$T_0 = \frac{4 \cdot 30}{0,8 \cdot 400} = 1,5 \text{ хв}.$$

Значення режимів різання для інших операцій, визначених за нормативними даними [16], зводимо в таблицю 3.12.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 – Режими по операціях

№ оп.	Назва операції, переходу	$L$ , мм	$i$	$t$ , мм	$S$ , мм/хв	$n$ , хв <sup>-1</sup>	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Комплексна з ЧПК							
	1. Фрезерувати поверхню	460	2	4	50	200	126	18,4
	2. Центрувати 4 отвори	10	4	3	240	800	25	0,17
	3. Свердлити 4 отвори	30	4	9	320	400	23	1,5
010	Слюсарна Зачистити задири							
015	Комплексна з ЧПК							
	1. Фрезерувати поверхню	120	1	3	80	200	126	14
	2. Фрезерувати поверхню	120	1	3	80	200	126	1,5
	3. Фрезерувати поверхню	120	1	3	80	200	126	1,5
	4. Фрезерувати поверхню	120	1	3	80	200	126	1,5
	5. Розточити отвір	40	2	3	50	250	79	1,6
	6. Розточити фаску	5	2	3	50	250	79	0,1

					<i>KPM 18-531.00.00</i>			Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				64



1	2	3	4	5	6	7	8	9	
015	7. Розточити отвір	40	1	0,3	29	290	91	1,38	
	8. Розточити отвір	38	2	3	25	110	79	3,04	
	9. Розточити фаску	5	1	2	22	110	80	0,23	
	10. Розточити отвір	38	1	0,3	12	120	90	3,16	
	11. Розточити отвір	50	2	3	42	210	80	2,38	
	12. Розточити фаску	5	1	2	42	210	80	0,12	
	13. Розточити отвір	50	1	0,3	23	235	90	2,17	
	14. Розточити фаску	8	1	4	40	215	80	0,2	
	025	Радіально-свердлильна							
		1. Свердлити 6 отворів	29	6	3,4	Ручн.	50	15,7	0,46×6
		2. Зенкувати 6 фасок	3	6	1,6	Ручн.	500	15,7	0,06×6
		3. Нарізати різь в 6-ти отворах	25+25	6	1,25	1,85	160	4,02	0,25×6
		4. Свердлити 6 отворів	26	6	3,4	Ручн.	500	10,7	0,42×6
		5. Свердлити 2 отвори	26	2	7,2	Ручн.	315	14,84	0,62×2

KPM 18-531.00.00

Арк

65

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9
025	6. Цекувати 2 бобишки	2,5	2	1,6	Ручн.	315	31,65	0,08×2
	7. Зенкувати 2 фаски	2,6	2	1,6	Ручн.	315	15,8	0,08×2
	8. Нарізати різь в 2-х отворах	29+29	2	1,5	1,5	160	8,04	0,24×2
	9. Зенкувати 6 фасок	3	6	1,6	Ручн.	300	15,7	0,06×6
	10. Нарізати різь в 6-ти отворах	23+23	6	1,25	1,25	160	4,08	0,23×6
	11. Свердлики 3 отвори	24	3	3,4	Ручн.	500	10,7	0,40×3
	12. Зенкувати 3 фаски	3	3	1,6	Ручн.	500	15,7	0,06×3
	13. Нарізати різь в 3-х отворах	20+20	3	1,85	1,25	160	4,02	0,22×3
	14. Свердлики 8 отворів	28	8	0,27	Ручн.	600	13,34	0,42×8
	15. Зенкувати 8 фасок	3	8	1,6	Ручн.	520	15,7	0,06×8
	16. Нарізати різь в 8-ми отворах	24+24	8	1,5	1,5	160	5,07	0,23×8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
030	Радіально-свердлильна 1. Свердлити отвір 2. Цекувати бобишку 3. Зенкувати фаску 4. Нарізати різь	22 2,5 2,6 27+27	1 1 1 1	7,2 1,6 1,6 1,5	ручн. ручн. ручн. ручн.	315 315 315 160	14,24 31,65 15,8 8,04	0,7 0,1 0,08 0,23
035	Радіально-свердлильна 1. Цекувати 4 отвори	4	4	1,6	ручн.	315	15,8	0,13×4

Технічні норми часу на операції технологічного процесу механічної обробки деталі встановлюються розрахунково-аналітичним, а також табличним способами.

При серійному виробництві розраховують штучно-калькуляційний час

$$T_{ук} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.22)$$

де  $T_{шт}$  – штучно-калькуляційний час, хв.;

$T_{пз}$  – підготовчо-заключний час, хв.;

$T_{шт}$  – штучний час, хв.;

$n$  – величина партії деталей, шт.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>				Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					67

$$T_{\text{ум}} = T_o + T_{\delta} + T_{\text{об}} + T_n, \quad (3.23)$$

де  $T_o$  – основний час, хв;

$T_{\delta} = T_{\text{вз}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вм}}$  – допоміжний час, хв.;

$T_{\text{вз}}$  – час на встановлення та зняття деталі, хв;

$T_{\text{уп}}$  – час на управління верстатом, хв.;

$T_{\text{об}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}}$  – час на обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{\text{тех}}$  – час на технічне обслуговування, хв.;

$T_{\text{орг}}$  – час на організаційне обслуговування, хв.;

$T_n$  – час перерв на відпочинок, хв.;

$T_{\text{он}} = T_o + T_{\delta}$  – оперативний час, хв.;

Розраховуємо норму штучно-калькуляційного часу для радіально-свердлильної операції 025, що виконується на радіально-свердлильному верстаті 2A554. Розрахунки ведемо за рекомендаціями [7]. Основний час операцію  $T_o = 18,46$  хв.

Розраховуємо об'єм допоміжних робіт і час, необхідний для їх виконання: включити оберти шпинделя 0,015 хв., включити подачу 0,015 хв., встановити інструмент 0,22 хв., сумістити вісь інструменту і отвору 0,01 хв., підвести інструмент 0,02 хв., сумістити вісь інструменту і отвору 0,01 хв., відвести інструмент 0,02 хв., виключити подачу 0,015 хв., виключити оберти шпинделя 0,015 хв.

$$T_{\text{уп}} = 0,015 + 0,015 + 0,22 + 0,01 + 0,02 + 0,01 + 0,02 + 0,015 + 0,015 = 0,34 \text{ хв.}$$

Час на встановлення та зняття деталі

$$T_{\text{вз}} = 0,20 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання

$$T_{\text{вм}} = 0,08 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_{\delta} = 0,20 + 0,34 + 0,08 = 0,62 \text{ хв.}$$

Оперативний час

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{on} = T_o + T_d = 18,46 + 0,62 = 19,08 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця, а також час на перерви та відпочинок приймаємо 3% від оперативного часу

$$T_{об} = T_n = \frac{3 \cdot 19,08}{100} = 0,57 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = 19,08 + 0,57 + 0,57 = 20,22 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час приймаємо  $T_{пз} = 10$  хв.

Отже, штучно-калькуляційний час

$$T_{ук} = 20,22 + \frac{20}{1180} = 20,24 \text{ хв.}$$

Результати технічного нормування щодо усіх операцій технологічного процесу зводимо в таблицю 3.13.

Таблиця 3.13 – Розрахунок норм часу по операціях технологічного процесу

№ операції	$T_o$ , хв.,	$T_d$ , хв.,	$T_{on}$ , хв.,	$T_{об}$ , хв.,	$T_n$ , хв.,	$T_{шт}$ , хв.,	$T_{пз}$ , хв.,	$n$ , шт.,	$T_{ук}$ , хв.,
005	20,07	1,5	21,57	0,65	0,65	22,87	34	1180	22,90
010	-	-	-	-	-	1,79	10	1180	1,8
015	32,88	1,5	34,38	1,03	1,03	36,44	34	1180	36,47
020	-	-	-	-	-	4,19	10	1180	4,2
025	18,46	0,62	19,08	0,57	0,57	20,22	20	1180	20,24
030	1,11	0,62	1,74	0,05	0,05	1,84	20	1180	1,86
035	0,52	0,5	1,02	0,03	0,03	1,08	20	1180	1,10
040	-	-	-	-	-	2,59	10	1180	2,6
045	-	-	-	-	-	1,1	10	1180	1,2
050	-	-	-	-	-	3,7	10	1180	3,7

### 3.10 Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Правильний вибір обладнання визначає його раціональне використання. При виборі верстатів для розробленого технологічного процесу цей фактор повинен враховуватись таким чином, щоб виключити простій верстатів.

Розрахована кількість верстатів визначається як відношення штучно-калькуляційного часу на даній операції  $T_{шк}$  до такту випуску  $t_B$

$$m_p = \frac{T_{шк}}{t_B}. \quad (3.24)$$

Такт випуску визначається за формулою

$$t_B = \frac{F_\delta \cdot 60}{N}, \quad (3.25)$$

де  $F_\delta$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, 4015 год.;

$N$  – річна програма випуску деталей, 24000 шт.

$$t_B = \frac{4015 \cdot 60}{24000} = 10,03 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт завантаження верстата  $\eta_3$  визначається як відношення розрахованої кількості верстатів  $m_p$ , зайнятих на даній операції, до прийнятої кількості верстатів  $m_{np}$

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_{np}}. \quad (3.26)$$

Звідси отримаємо

$$m_p^{005} = \frac{22,90}{10,3} = 2,22; \quad m_{np}^{005} = 3; \quad \eta_3 = 0,74.$$

$$m_p^{015} = \frac{36,47}{10,3} = 3,54; \quad m_{np}^{015} = 4; \quad \eta_3 = 0,88.$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_p^{025} = \frac{20,24}{10,3} = 1,96; \quad m_{np}^{025} = 2; \quad \eta_3 = 0,98.$$

$$m_p^{030} = \frac{1,86}{10,3} = 0,18; \quad m_{np}^{030} = 1; \quad \eta_3 = 0,18.$$

$$m_p^{035} = \frac{1,1}{10,3} = 0,11; \quad m_{np}^{035} = 1; \quad \eta_3 = 0,11.$$

Середній коефіцієнт завантаження верстатів на дільниці складає:

$$\eta_3^{сер} = \frac{0,74 + 0,88 + 0,98 + 0,18 + 0,11}{5} = 0,58.$$

Для збільшення завантаження верстатів на дільниці пропонується періодично обробляти інші деталі, які за конфігурацією і формою подібні до корпусу КС6В-47.007

Складаємо графік завантаження верстатів та представляємо його на рисунку 3.3.

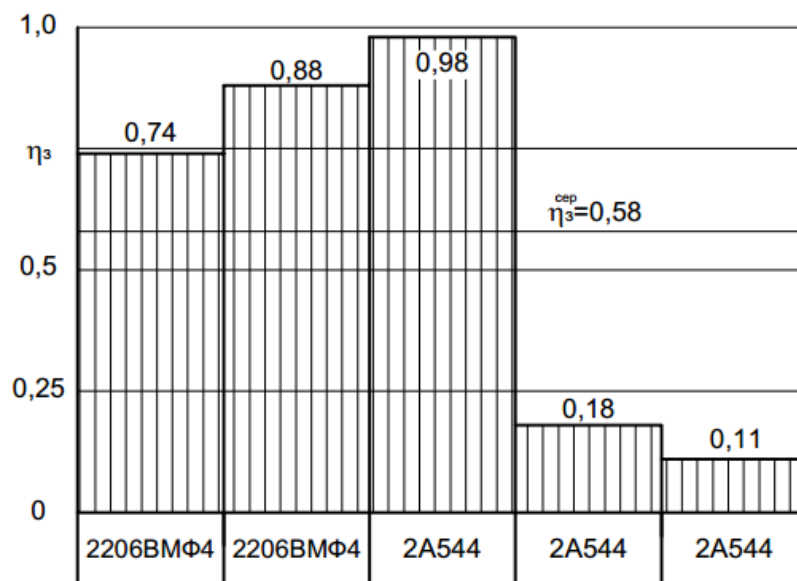


Рисунок 3.3 – Графік завантаження обладнання

Коефіцієнт використання обладнання за основним часом  $\eta_o$  показує частку машинного часу в загальному часі роботи верстата. Він визначається як відношення основного часу до штучно-калькуляційного часу

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{\text{ук}}} . \quad (3.27)$$

Розрахуємо коефіцієнт використання обладнання за основним часом.

$$\eta_o^{005} = \frac{20,07}{22,90} = 0,88; \quad \eta_o^{015} = \frac{32,88}{36,47} = 0,90; \quad \eta_o^{025} = \frac{18,46}{20,24} = 0,91;$$

$$\eta_o^{030} = \frac{1,11}{1,86} = 0,60; \quad \eta_o^{035} = \frac{0,52}{1,10} = 0,47.$$

Середній коефіцієнт використання обладнання за основним часом

$$\eta_o^{\text{сеп}} = \frac{0,88 + 0,90 + 0,91 + 0,60 + 0,47}{5} = 0,75.$$

Складаємо графік використання обладнання за основним часом і представляємо його на рисунку 3.4.

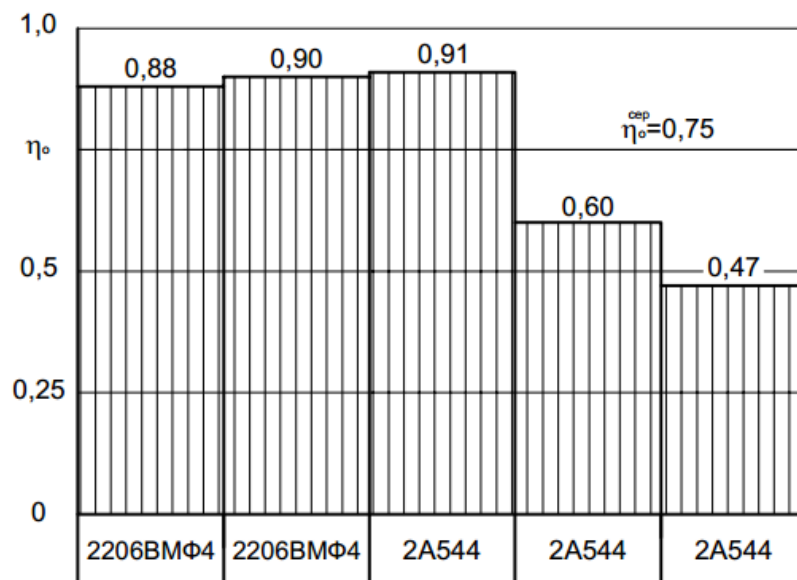


Рисунок 3.4 – Графік використання обладнання за основним часом

Використання верстата за потужністю характеризується коефіцієнтом використання обладнання  $\eta_M$ , який рівний відношенню необхідної потужності



на приводі верстата  $N_{np}$  до потужності встановленого на верстаті електродвигуна  $N_{дв}$

$$\eta_M = \frac{N_{np}}{N_{дв}}. \quad (3.28)$$

Розрахуємо коефіцієнт використання обладнання за потужністю

$$\eta_M^{005} = \frac{6,9}{11} = 0,63; \quad \eta_M^{015} = \frac{6,1}{11} = 0,55; \quad \eta_M^{025} = \frac{2,1}{5,5} = 0,38;$$

$$\eta_M^{030} = \frac{1,7}{5,5} = 0,31; \quad \eta_M^{035} = \frac{1,8}{5,5} = 0,33.$$

Середній коефіцієнт використання обладнання за потужністю

$$\eta_M^{сеп} = \frac{0,63 + 0,55 + 0,38 + 0,31 + 0,33}{5} = 0,44.$$

Складаємо графік використання обладнання за потужністю та представляємо його на рисунку 3.5.

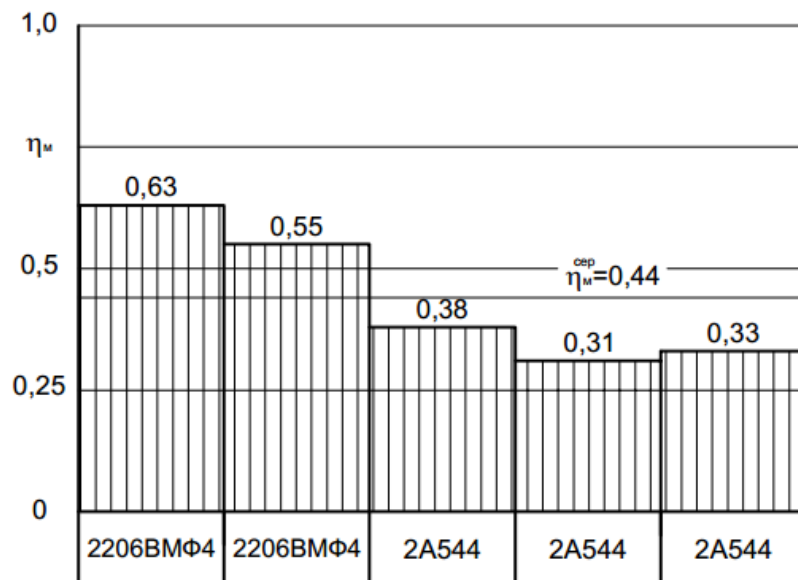


Рисунок 3.5 – Графік використання обладнання за потужністю

## 4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 4.1 Пристрій для фрезерування та свердління чотирьох отворів Ø18

#### 4.1.1 Будова і принцип дії пристрою

Для комплексної обробки деталі на фрезерно-свердлильно-розточному верстаті з ЧПК 2206ВМФ4 вибрано пристрій, представлений на рисунку 4.1.

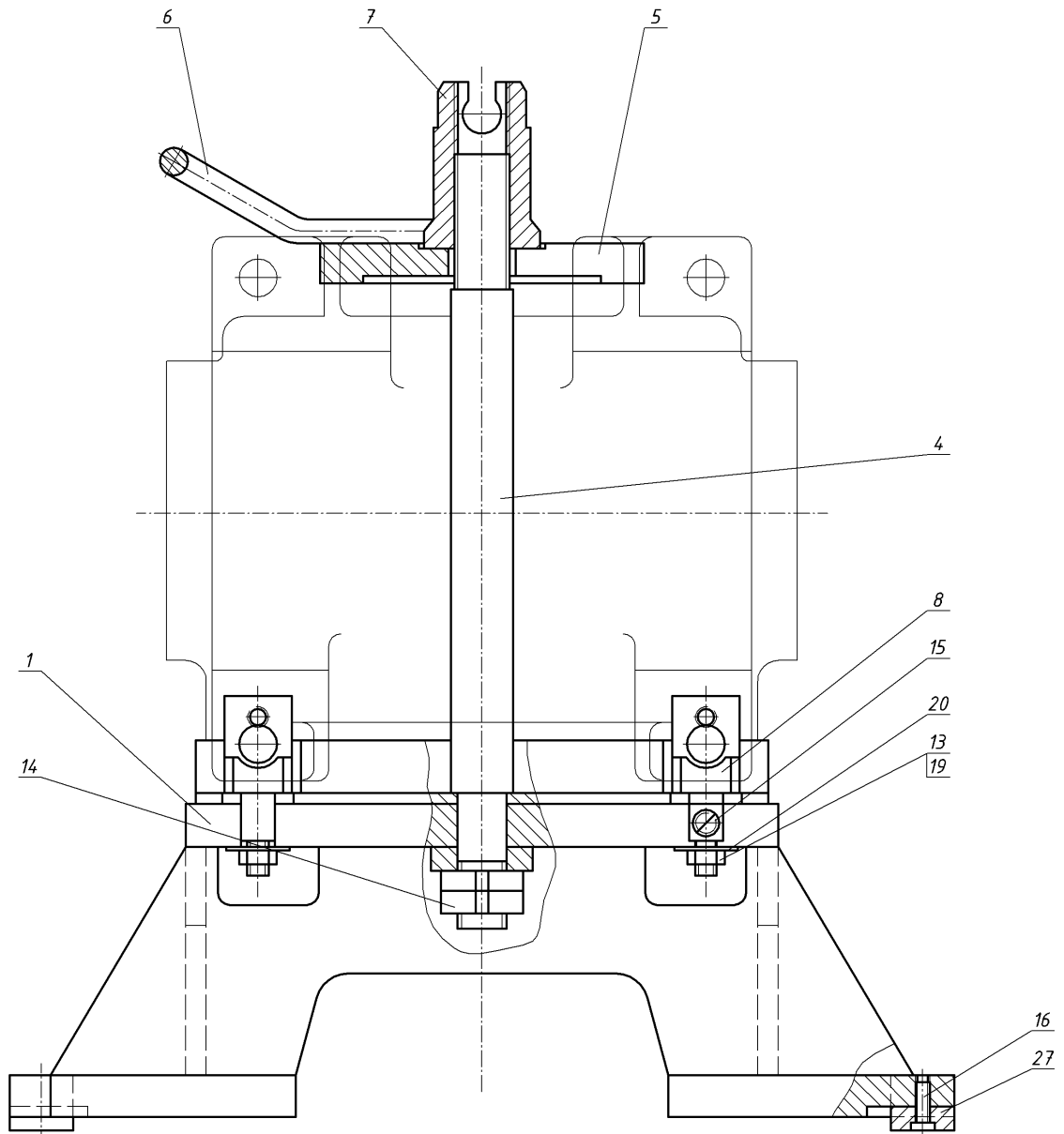


Рисунок 4.1 – Пристрій для фрезерування та свердління 4-х отворів Ø18

<i>KPM 18-531.00.00</i>				
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата
		Качалуба		
		Ткаченко		
		Дячун		
		Пилипець		
<b>КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА</b>				
		Лім	Аркуш	Аркушів
		74	7	
ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61				

Пристрій складається з корпусу 1, який за допомогою шпонок 27 базується на столі верстату. Деталь встановлюється на опорні поверхні, через неї проходить стояк 4, закріплений з однієї сторони гайкою 14. Після цього встановлюється затискний конус 5, який через втулку 7 притискується рукояткою 6. Виставлення деталі в пристрої відбувається за допомогою регулювальних болтів 13, які закріплюють опори та визначають їх положення відносно корпусу.

#### 4.1.2 Розрахунок сили затиску і визначення основних параметрів механізму затиску

Надійний затиск заготовки забезпечується при умові, якщо [22]

$$2Q_{зат} = f \geq KP, \quad (4.1)$$

або

$$Q_{зат} = \frac{KP}{2f}, \quad (4.2)$$

де  $Q_{зат}$  – сила затиску, Н;

$P$  – сила різання,  $P = 150$  Н;

$f$  – коефіцієнт тертя,  $f = 0,35$ ;

$K$  – коефіцієнт надійності закріплення.

$$K = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_0; \quad (4.3)$$

де  $k_0$  – гарантований коефіцієнт запасу,  $k_0 = 1,5$  [22];

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при затупленні інструменту (випадкових нерівностей поверхні),  $k_1 = 1,2$  [22];

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні інструменту,  $k_2 = 1,15$ ;

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує умови роботи при перервному різанні,  $k_3 = 1,2$  [22];

$k_4$  – коефіцієнт, що характеризує недоліки затискного пристрою,  $k_4 = 1$  [22];

$k_5$  – коефіцієнт, що враховує зручність розміщення рукояток,  $k_5 = 1,2$  [22];

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_6$  – коефіцієнт, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку на опорах,  $k_6 = 1$  [22].

$$K = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,98$$

$$Q_{зам} = \frac{2,98 \cdot 150}{2 \cdot 0,35} = 638,5 \text{ Н};$$

Отже, необхідна сила для затиску деталі становить 638,5 Н, що забезпечується рукою.

## 4.2 Пристрій для фрезерування і розточування отворів

### 4.2.1 Будова і принцип дії пристрою

Пристрій призначено для обробки деталі на операції 015 на верстатах з ЧПК 2206ВМФ-4. Загальний вигляд пристрою представлено на рисунку 4.2.

Пристрій складається з корпусу 1, який за допомогою шпонок 27 базується на столі фрезерно-свердлильно-розточного верстату. Закріплення відбувається за допомогою болтів, вставлених в Т-подібні пази стола та пази ніжок корпусу пристрою.

У верхній частині пристрою встановлено опори 5 з базуючими пальцями – гладким 7 та зрізаним 8. Кріплення опор відбувається за допомогою болтів 14.

Для закріплення деталі служать важелі 3, які через вісі 16 притискують лапи деталі до опорних поверхонь пристрою. Закріплення відбувається за допомогою болтів 4, які вкручуються у важелі 3 і впираються в плиту корпусу пристрою. Болти повертаються за допомогою рукояток.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

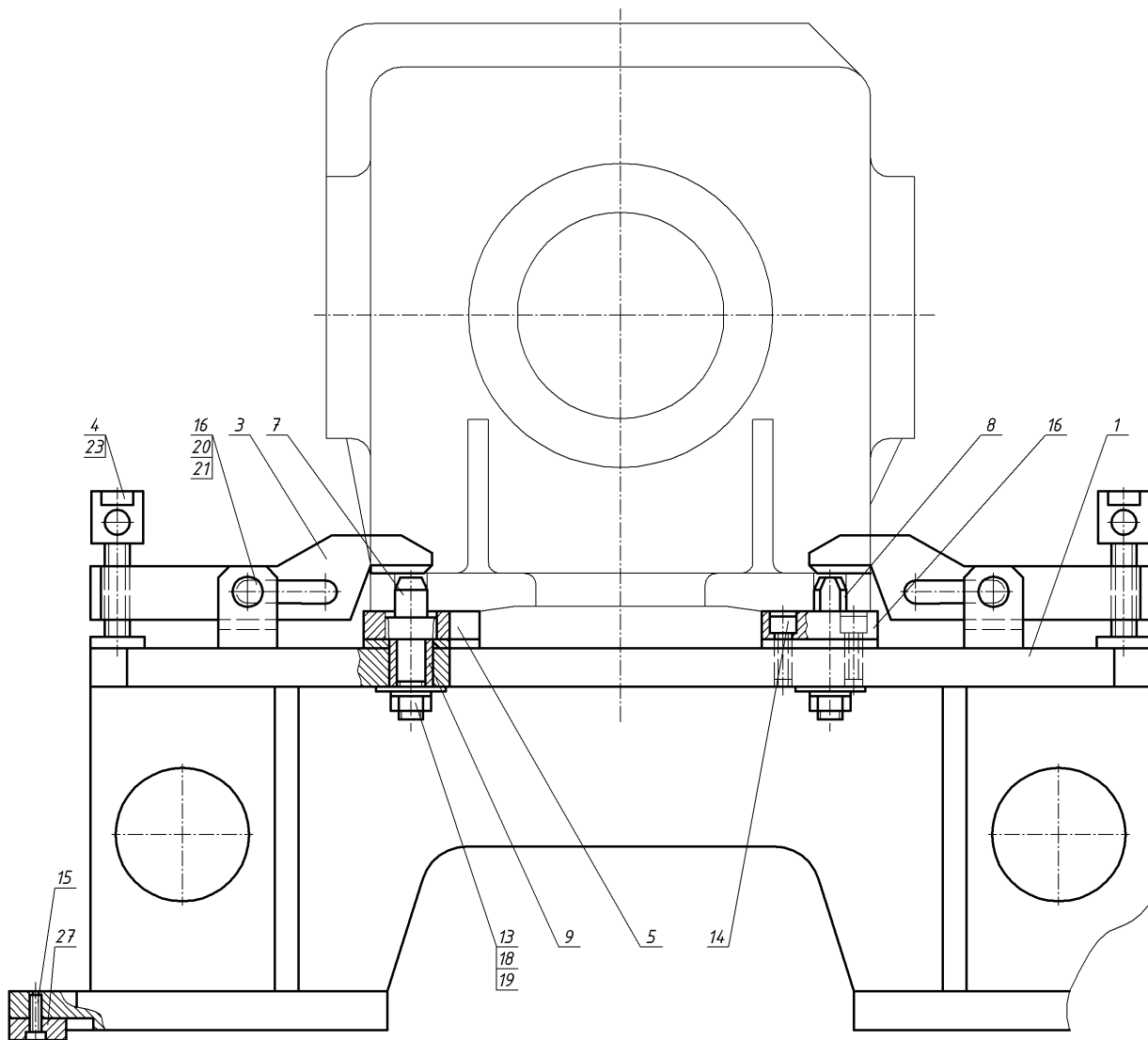


Рисунок 4.2 – Пристрій для фрезерування та розточування отворів

#### 4.2.2 Розрахунок пристрою на точність

При даній схемі обробки і базування деталі в приспособленні умова забезпечення точності обробки по відомій методиці [22] може бути представлена у вигляді

$$\pm yL_{\text{вир}} \geq Fy'L_{\text{пр}} \pm 2 \left[ K \frac{D_{\text{ВН}} - D_{\text{СМ}}}{2} \pm K \frac{d_{\text{ВН}} - d_{\text{СВ}}}{2} \pm m\varepsilon_{\text{роб}} \pm P(d_{\text{ВН}} - d_{\text{СВ}}) \frac{h+b}{l} \right], \quad (4.4)$$

де  $yL_{\text{вир}}$  – граничне відхилення на розточування по 8 квалітету точності розміщення отворів;

					KPM 18-531.00.00			Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				77

$y'$  – граничне відхилення розмірів приспособлення нормальної точності,

$$y' = \pm 0,05 \text{ мм};$$

$D_{BH}$  – найбільший діаметр отвору під палець (по Н9),  $D_{BH} = 16^{+0,063}$  мм;

$D_{CM}$  – найменший діаметр отвору під палець (по Н10),  $D_{CM} = 15^{+0,072}$  мм;

$d_{BH}$  – найбільший діаметр отвору пальця,  $d_{BH} = 7,2^{+0,360}$  мм;

$d_{CB}$  – найменший діаметр пальця,  $d_{CB} = 6,7^{+0,360}$  мм;

$\varepsilon_{роб}$  – ексцентриситет пальця,  $\varepsilon_{роб} = 0,02$  мм;

$b$  – глибина пальця,  $b = 8$  мм;

$h$  – відстань між торцем втулки і заготовкою,  $h = 2$  мм;

$l$  – глибина направляючого отвору робочої втулки;  $l = 15$  мм.

$L_{np}$  – міжцентрова відстань,  $L_{np} = 90$  мм;

$F$  – коефіцієнт, що враховує ймовірну границю відхилення координат центрів отворів в пристрої,  $F = 0,8$ ;

$K$  – коефіцієнт, що враховує найбільшу границю зазорів в спряженнях та їх зміщення,  $K = 0,5$ ;

$m$  – коефіцієнт, що враховує найбільшу ймовірну величину ексцентриситету пальця,  $m = 0,4$ ;

$P$  – коефіцієнт, що враховує величину перекосу розточування,  $P = 0,35$ .

Тоді

$$yL_{вир} = 0,8 \cdot 0,05 \cdot 90 + 2 \left[ 0,5 \frac{16,043 - 15,07}{2} + 0,5 \frac{7,2 - 6,7}{2} + 0,4 + 0,02 + 0,35(7,2 - 6,7) \frac{2 + 8}{15} \right] = 0,069 \text{ мм}$$

Отримане значення є меншим ніж допуск на обробку пазу 0,087.

$$yL_{вир} = 0,140 \text{ мм} \geq 0,069 \text{ мм.}$$

Оскільки величина похибки, яку дає пристрій менша від величини допуску на обробку отвору – пристрій забезпечує необхідну точність.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

### 4.3 Пристрій для кріплення мітчиків М6, М8, М10

Для затиску мітчиків в патроні при нарізанні різі на радіально-свердлильному верстаті 2А544 спроектовано патрон, представлений на рисунку 4.3.

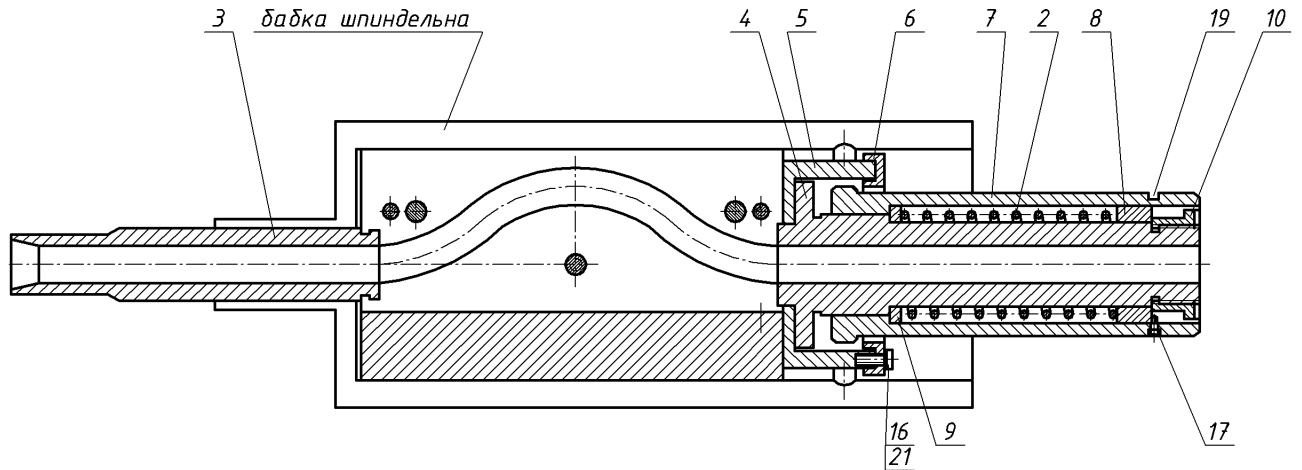


Рисунок 4.3 – Пристрій для кріплення мітчиків

Патрон встановлюється в шпindelьну бабку, привід відбувається через втулку 3, яка з'єднана з цанговим затиском 4, який кріпиться до втулки, що обертається за допомогою кульок в шпindelьній бабці. На цанговий зажим встановлено зовнішню затискну втулку 7. Втулка затискає цанговий зажим через пружину 2, яка дозволяє затискати в центральному отворі патрона мітчики. Фіксація сили затиску здійснюється стопорними болтами 17, які закріплюють затискну пружину через втулку 8.

### 4.4 Пристрій для контролю перпендикулярності осей отворів

Для контролю перпендикулярності осей отворів розроблено пристрій, представлений на рисунку 4.4. Пристрій встановлюється на столі контролера. Він складається з центрального валика 1, на якому встановлено дві втулки. З однієї сторони валу на нього надіто кронштейн 7, що затискається болтом і притискною планкою. Планка встановлюється на отвір, вісь якого перпендикулярна до вимірюваних отворів. Плита закріплюється болтом 4 через

					КРМ 18-531.00.00	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

клин 3. Для вимірювання відхилення осей отворів від перпендикулярності вал провертається, при цьому ексцентрикові втулки повинні дотикатися до внутрішніх поверхонь вимірюваних отворів.

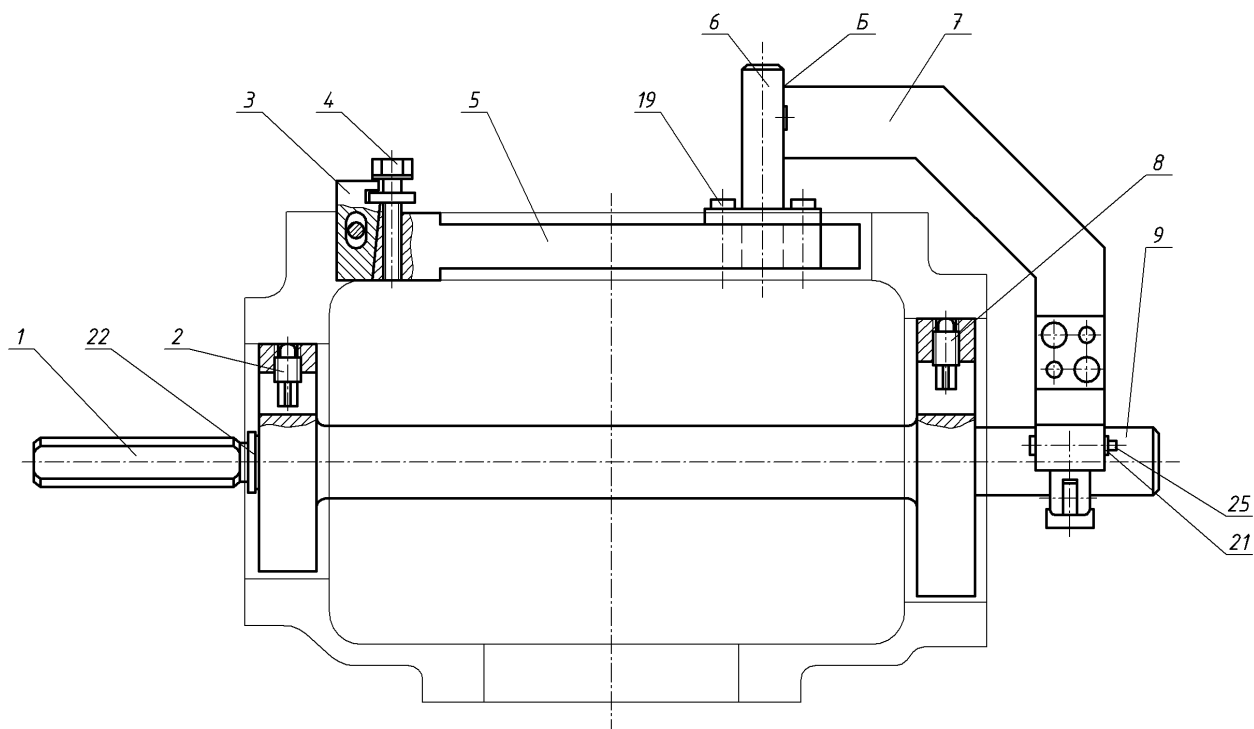


Рисунок 4.4 – Конструкція пристрою для контролю

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80



## 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 5.1 Основні завдання систем автоматизованого проектування технологічних процесів

Сучасний етап розвитку машинобудівного виробництва характеризується двома тенденціями: з однієї сторони – скорочення «життєвого циклу» виробів (тобто періоду знаходження виробу у виробництві до заміни його на іншу, більш досконалу модель), а з другої – постійне збільшення тривалості циклу технологічної підготовки виробництва (ТПВ) нових виробів, так як конструкції постійно ускладнюються, вимагають розробки все більшого об'єму технічної документації, розробки, освоєння і використання нових технологічних процесів. Так, в машинобудуванні в середньому за 20 років «життєвий цикл» скорочується приблизно в 3 рази, а тривалість ТПВ збільшується приблизно в 2 рази.

Проблеми автоматизації виробництва доцільно вирішувати в складі інтегрованого виробничого комплексу, який охоплює всі стадії виробництва: дослідження, конструювання, технологічну підготовку і організацію виробництва. В зв'язку з цим виникла необхідність розглядати виробничу систему, яку в машинобудуванні розглядають комп'ютеризованим інтегрованим виробництвом. В такій системі організація функціонування виробництва здійснюється шляхом використання інтегрованої бази даних, яка дозволяє автоматизувати управління інформаційними і матеріальними потоками між різними виробничими підсистемами. Вказані підсистеми на різних рівнях виробництва виконують певні функції: організацію виробництва, конструювання виробів і деталей, розробку технологічних процесів виготовлення деталей і складання деталей, планування, диспетчеризацію і оперативне управління виробництвом.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Консульт.</i>	<i>Паньків</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						81	9
					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

Технологічне проектування є дуже трудомістким процесом. В машинобудуванні реальні затрати часу на розробку маршруту технологічного процесу з вибором обладнання для операцій складають 4-25 годин; розробка операцій до рівня переходів з призначенням оснащення, розрахунком режимів різання і нормуванням – 10-80 год.; розробка і оформлення операційних ескізів – 2-40 год.; конструювання спеціального інструменту – 0.5-50 год. Прорахунок декількох варіантів технологічного процесу теж дуже трудомісткий. Звичайно при традиційних методах проектування розробляється лише один варіант і тільки на рівні маршрутного технологічного процесу. Ясно, що такі варіанти не є оптимальними, а сумарні втрати виробництва при цьому значні.

Успішне вирішення вказаних проблем можливе лише при широкому впровадженні САПР ТП, які дозволяють вивільнити проектувальника від виконання часто повторюваних нетворчих задач, різко підвищити продуктивність праці технологічних служб, покращити якість проєктованих технологічних процесів.

Детальний аналіз можливостей застосування обчислювальної техніки і заснованих на них САПР в процесі ТПВ доцільно проводити, розділивши вирішувані при ТПВ технологічні задачі на чотири групи: оформлення документів, пошук інформації, інженерні розрахунки, прийняття рішень.

Перша з вказаних груп задач завжди присутня при проектуванні і звичайно займає біля 30-50% загальних затрат часу. Ці роботи практично повністю можуть виконуватися технічними засобами САПР. Так, при оформленні текстових документів забезпечується продуктивність більше 1000 рядків в хвилину про довжині рядка до 130 символів. При оформленні графічних документів забезпечується продуктивність викреслювання ліній до 800-1000 мм/с.

Друга група задач пов'язана з пошуком необхідної інформації про сортамент матеріалів, характеристики обладнання та оснащення, режими різання, а також пошук аналогів. Ця сфера діяльності при проектуванні, на яку звичайно зараз затрачається 15-20% загального фонду часу, також повністю піддається автоматизації на основі використання інструментальних програмних засобів технологічного призначення.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		82

Третю групу задач, які також піддаються автоматизації, складають інженерні розрахунки, які, як правило, виконуються по вже відомих, раніше випробуваних формулах і алгоритмах, наприклад, розрахунок припусків на обробки, геометрії ріжучого інструменту, елементів пристроїв тощо.

Четверту групу задач складають логічні судження і прийняття рішень, які визначають творчий характер діяльності інженера і слабо піддаються автоматизації. В сучасних умовах при традиційному проектуванні на вирішення цих задач може бути виділено не більше 10%. В той же час власне ці задачі багато в чому визначають ефективність проектування. До них відносяться, наприклад, синтез структури ТП, синтез структури операції, вибір баз, розробка конструкцій оснащення і т.п.

САПР ТП дозволяють автоматизувати наступні операції: аналіз завдання замовника і розробку технологічного завдання на проектування, розробку структури технологічного процесу з урахуванням можливості концентрації операцій, вибір структури обладнання, який забезпечує заданий коефіцієнт його використання, отримання в результаті проектування необхідної технічної і технологічної документації.

Основними задачами САПР ТП є:

- підвищення якості і техніко-економічного рівня продукції, яка проектується і випускається;
- підвищення ефективності об'єктів проектування;
- зменшення затрат на створення і експлуатацію об'єктів проектування;
- зменшення термінів і трудомісткості проектування;
- підвищення якості продукції.

Досягнення вказаних задач створення САПР можливо при умовах:

- систематизації і удосконалення процесів проектування на основі використання математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- комплексної автоматизації проектних робіт в проектній організації з необхідною перебудовою її структури і кадрового складу;
- підвищення якості управління проектуванням;
- використання ефективних математичних моделей;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		83

- використання методів багатоваріантного проектування і оптимізації;
- автоматизації трудомістких проектних робіт;
- заміни натурних випробувань і макетування математичним моделюванням;
- створення єдиних банків даних, які містять систематизовані дані довідкового характеру;
- уніфікації і стандартизації методів проектування.

## **5.2 Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей з допомогою пакету прикладних програм «ТехноПро»**

«ТехноПро» являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва.

Система «ТехноПро» містить усі засоби, необхідні для діалогового проектування технологічних процесів (ТП), включаючи автоматичний підбір оснащення, проведення розрахунків і вибір даних з таблиць, а також використання «Умов» і «Сценаріїв».

«ТехноПро» забезпечує проектування операційної технології, включаючи операції: заготівельні; механічної і термічної обробки; нанесення покриттів, слюсарні, технічного контролю, зборки, штампування, зварювання і будь-які інші. Система формує операційні, маршрутно-операційні і маршрутні технологічні карти, карти контролю, відомості оснащення, матеріалів і комплектуючих, титульні аркуші й інші технологічні документи.

При проектуванні ТП технолог оперує знайомими йому поняттями – Специфікація, Деталь, Операції, Переходи, Оснащення, Таблиці, Карти, Ескізи, Коментарі. Заповнюючи дані про деталі, можна вводити з клавіатури або зчитувати з електронного креслення: найменування, позначення деталі, матеріал, профіль і розміри заготовки, інші дані. Формування складального ТП здійснюється на основі специфікації.

У «ТехноПро» проектування ТП може проводитися в різних режимах. Технолог сам вибирає оптимальний режим або їхнє сполучення. Наприклад,

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		84

початкове наповнення баз системи провадиться в режимі діалогу, потім можна перейти до проектування з використанням техпроцесу-аналога, далі до автоматичного проектування.

У базі даних Конкретних технологічних процесів (КТП) для кожного технологічного процесу є поля посилань на креслення або моделі деталей. Використовуючи засоби класифікації і пошуку, переглядаючи креслення або тривимірну модель, технолог знаходить необхідний техпроцес-аналог. Знайдений техпроцес-аналог копіюється з новим ім'ям і позначенням, а потім проглядається і коректується. Коректування полягає в додаванні, видаленні, редагуванні або зміні положення в маршруті операцій і переходів.

«ТехноПро» забезпечує гнучкість настроювання вибору даних з довідкових баз, таблиць і проведення розрахунків. Користувач може сформувати «Сценарії», що складаються з набору процедур і підключити їх до будь-якого поля операції, переходу, оснащення або груп інформаційної бази. При цьому немає необхідності заповнення ніяких проміжних таблиць – досить вказати зв'язки курсором.

Технологічні операційні ескізи і карти налагодження можуть виконуватися в будь-якому графічному редакторі. У розроблюваному ТП ці графічні документи підключаються до переходів операцій з можливістю їхнього перегляду. При необхідності користувач може відредагувати зображення, а також переглянути його в збільшеному вигляді. Зображення ескізів і карт налагодження автоматично вставляються у сформовані технологічні карти.

Для прискорення формування ТП користувач може створювати набори операцій типових, групових або одиничних технологічних процесів. Можна використовувати принцип дублювання технологій.

При використанні на підприємстві типових або групових технологічних процесів «ТехноПро» забезпечує можливість їхньої параметризації. Такі параметричні ТП можуть автоматично «перепроєктуватися». Причому інформація для перепроєктування (опис конструкції) може бути отримана з конструкторських САПР або введена вручну з креслення, виконаного на папері.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		85

«ТехноПро» органічно включається в інтегровані комплекси з будь-якими сучасними конструкторськими САПР, тому що може поставлятися з інтерфейсами до безлічі систем, наприклад, T-FLEX CAD, SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, Pro/ENGINEER, Компас-Графік і інших. Досвід експлуатації системи «ТехноПро» на сотнях підприємств також показав високий ступінь готовності бази даних цієї системи до інтеграції з багатьма АСУП і системами PDM.

### **5.3 Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу**

Для формування маршруту механічної обробки деталі необхідний повий опис деталі (кодування) засобами якої-небудь формалізованої мови. В умовах, коли номенклатура виробів, які випускаються велика, кодування може виявитися дуже трудомісткою процедурою. Тому при невисокому рівні складності деталі виявляється доцільним залишити за технологом етап формування структури маршрутного технологічного процесу. Для простої деталі технологу простіше і швидше задати ЕОМ структуру маршруту, ніж описувати конструкцію деталі, всі розміри і технічні вимоги на формалізованій мові.

При такому підході технолог сам аналізує типовий технологічний процес, вибирає необхідні операції і переходи, а в ЕОМ він вводить тільки змінні частини описів.

Для розробки технологічного процесу механічної обробки з допомогою ППП «ТехноПро» необхідна наступна вихідна інформація:

1. Робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення.
2. Базовий технологічний процес виготовлення деталі.
3. Типовий технологічний процес, оформлений на бланках маршрутних технологічних карт.
4. Змінна інформація, оформлена у вигляді таблиці 5.1

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		86

**Таблиця 5.1 Вихідна інформація для автоматизованого проектування технологічного процесу виготовлення деталі**

Загальні відомості про деталь						
Назва виробу	Редуктор		Назва деталі	Корпус		
Позначення ск. од.	КС6В-47.050		Позначення деталі	КС6В-47.001		
Матеріал деталі	Заготовка / Сортамент	Профіль і розміри	Твердість	Маса, кг		Програма випуску
				деталі	заготовки	
АК-8М	Відливка	–	НВ-80	11	12,5	24000
Відомості про поверхні деталі						
№ пов.	Вид поверхні	Розміри, що витримуються	Квалітет	Шорсткість	Примітки	
1	Площина	106	h9	6,3		
2	Площина	158	h9	6,3		
3	Площина	155	h9	6,3		
4	Площина	104	h9	6,3		
5	Фаска	1,6×45°	IT14	12,5	29 фасок	
6	Фаска	4×45°	IT14	12,5		
7	Внутрішня циліндрична	Ø122	H8	3,2		
8	Внутрішня циліндрична	Ø100	H8	3,2		
9	Внутрішня циліндрична	Ø230	H8	6,3		
10	Внутрішня циліндрична	Ø18	H9	6,3	4 отв.	
11	Внутрішня циліндрична	Ø32	H14	12,5	5 пов.	
12	Різева	M8-7H	H7	12,5	15 отв.	
13	Різева	M10-7H	H7	12,5	8 отв.	
14	Різева	M16×1,5-7H	H7	12,5	3 отв.	

#### **5.4 Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу**

Пакет прикладних програм «ТехноПро» містить обслуговуючі підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, адаптації інформаційного забезпечення системи до умов конкретного виробництва, інформаційно-пошукову. Інформаційно пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів та їх пошук. Вихідним документом є маршрутний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації САПР призначена для внесення нових типових процесів в архів і видалення непотрібних.

Укрупнена блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування приведена на рисунку 5.1.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

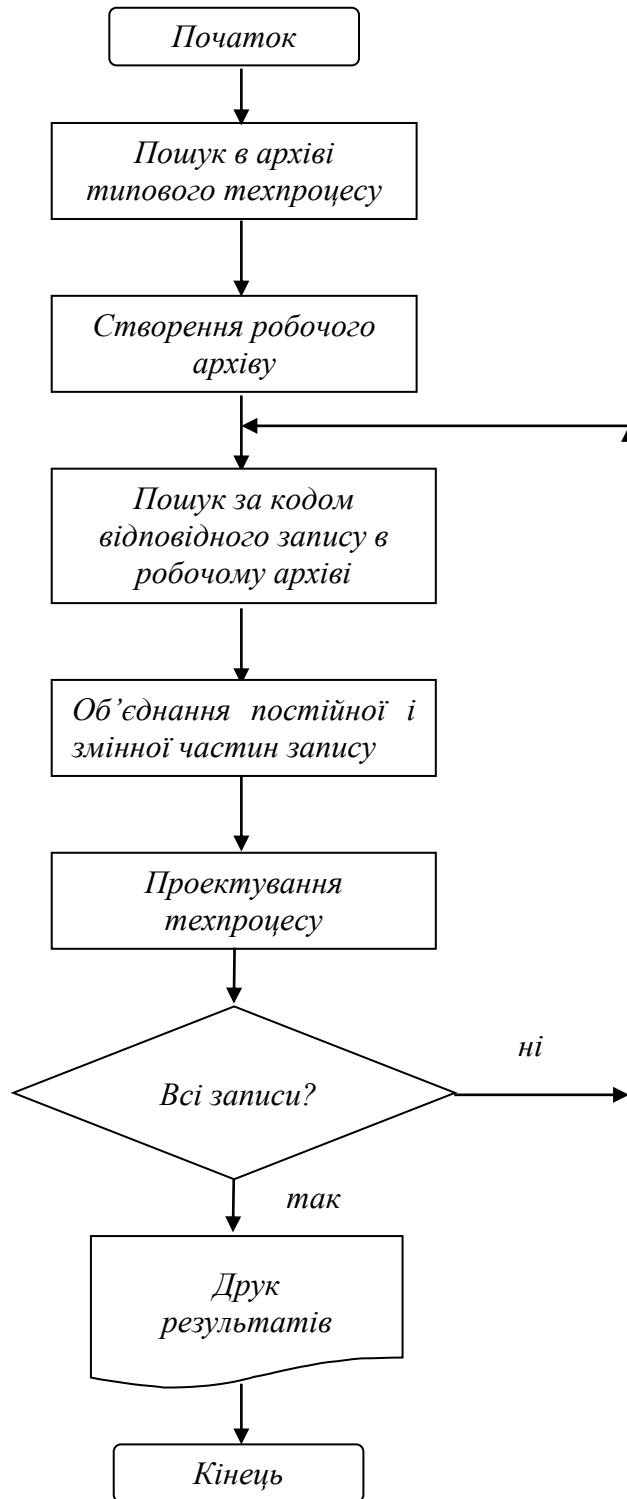


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування «ТехноПро»

Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводиться пошук на магнітному диску потрібного типового процесу і перезапис його в пам'ять ЕОМ, тобто створення тимчасового робочого архіву. Потім з робочого



архіву вибирається запис з кодом, який відповідає коду першого запису в вихідному документі. Вибраний таким чином запис містить постійну частину опису першого переходу з вихідного документа. В четвертому блоці виконується формування переходу для робочого процесу. Для цього в опис переходу або операції (постійна частина), взятий з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вхідного документа. Після читання і обробки першого запису вихідного документа відбувається перехід до наступної і так далі до кінця документа.

Після закінчення проектування проводиться формування і друк вихідного документа.

### **5.5 Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР**

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки корпусу, отриманий з допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведений правильно.

На першій операції проводиться підготовка базових поверхонь для наступної обробки.

Першими операціями є фрезерні та розточні операції, після них проводиться контроль оброблених поверхонь. Після цих операцій виконуються всі інші операції технологічного процесу – свердління отворів, цекування, нарізання різі.

Пристрої, ріжучий та вимірювальний інструмент вибрано правильно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального оперативного часу.

Інструмент для обробки вибрано такий, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки.

Даний технологічний процес носить реальний характер, забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням і технічними вимогами і може бути впроваджений у виробництво.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		89

## 6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 6.1. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні.

#### Складання зведеної відомості обладнання

Кількість основного технологічного обладнання визначають виходячи з особливостей технологічного процесу (див. розділ 3) та прийнятої форми організації виробництва, після чого складають зведену відомість обладнання дільниці, яка подана у вигляді таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Зведена відомість обладнання дільниці

№ з/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм
1	005 Комплексна з ЧПК	Фрезерно-свердлильно-розточний з ЧПК 2206ВМФ4	3	5480×3715
2	010 Слюсарна	Верстак слюсарний 21МД	1	1500×855
3	015 Комплексна з ЧПК	Фрезерно-свердлильно-розточний з ЧПК 2206ВМФ4	4	5480×3715
4	020 Слюсарна	Верстак слюсарний 21МД	1	1500×855
5	025 Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний 2А544	2	2850×1030
6	030 Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний 2А544	1	2850×1030
7	035 Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний 2А544	1	2850×1030
8	040 Слюсарна	Верстак слюсарний 21МД	1	1500×855
9	050 Контрольна	Стіл контрольний ПР 1466	1	2210×1410

					<i>KPM 18-531.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>				<b>ПРОЕКТНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						90	9
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							

## 6.2 Вибір типу і розрахунок кількості вантажопідіймальних і транспортних засобів

Для транспортування заготовок в механічну дільницю вибираємо електрокар вантажопідійомністю 1 т. Розрахунок кількості електрокарів здійснюється шляхом обліку маси вантажів, які будуть підлягати транспортуванню або дослідним шляхом. Згідно літератури [23] пропонується узагальнена формула

$$E = \frac{Q \cdot k_1 \cdot T_e}{g_e \cdot k_2 \cdot F_o \cdot 60}, \quad (6.1)$$

де  $Q$  – річний вантажообіг, т;

$k_1$  – коефіцієнт нерівномірності подачі вантажів;

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує заповнення електрокара вантажем;

$g_e$  – вантажопідійомність електрокара, т;

$T_e$  – загальний час пробігу електрокара, хв;

$F_o$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при відповідній кількості змін, год.

Загальний час пробігу електрокара  $T_e$  підраховуємо за формулою

$$T_e = T_{np} + T_e + T_p + T_3, \quad (6.2)$$

де  $T_{np}$  – час пробігу електрокара в обидва кінці цеху, хв;

$T_e$  – час вантаження, хв;

$T_p$  – час розвантаження, хв;

$T_3$  – час випадкових затримок, хв.

Час пробігу електрокара в обидва кінці цеху визначаємо за формулою

$$T_{np} = \frac{2 \cdot l}{V}, \quad (6.3)$$

де  $l$  – середня відстань при маршрутних перевезеннях,  $l = 75$  м;

$V$  – середня технологічна швидкість руху електрокара,  $V = 133$  м/хв.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{np} = \frac{2 \cdot 75}{133} = 1,13 \text{ хв.}$$

Приймаємо згідно нормативів  $T_e = 3$  хв;  $T_p = 2$  хв;  $T_3 = 0,54$  хв. Тоді

$$T_e = 1,13 + 3 + 2 + 0,54 = 6,67 \text{ хв.}$$

Згідно [23]  $k_1 = 0,9$ ;  $k_2 = 0,8$ .

Дійсний річний фонд часу обладнання згідно  $F_o = 2030$  год. Тоді:

$$E = \frac{321 \cdot 0,9 \cdot 6,67}{1 \cdot 0,8 \cdot 2030 \cdot 60} = 0,02.$$

Приймаємо один електрокар.

Для передачі деталей від верстата до верстата використовуємо підвісний кран вантажопідйомністю до 2т. Проведемо розрахунок кількості кранів згідно з рекомендацією [23] за формулою

$$k = \frac{n \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (6.4)$$

де  $n$  – кількість деталей, які підлягають транспортуванню за зміну, шт;

$i$  – середня кількість транспортних операцій на одну деталь;

$T_{кр}$  – загальний час пробігу крана, хв;

$m$  – кількість деталей, які одночасно перевозяться в одному напрямку, шт;

$T_{зм}$  – час роботи крана за зміну, хв.

$$n = \frac{N}{F \cdot k}, \quad (6.5)$$

де  $N$  – програма випуску, шт;

$F$  – кількість робочих днів;

$k$  – кількість змін.

$$n = \frac{24000}{253 \cdot 2} = 48 \text{ шт.}$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

На підставі практичного досвіду встановлено, що загальний час пробігу крана:

$$T_{кр} = T_{np} + T_{\epsilon} + T_p + T_3, \quad (6.6)$$

де  $T_{np}$  – час пробігу крана в обидва кінці цеху, хв;

$T_{\epsilon}$  – час вантаження, хв;

$T_p$  – час розвантаження, хв;

$T_3$  – час випадкових затримок, хв.

Час пробігу крана визначаємо за формулою:

$$T_{np} = \frac{l}{V}, \quad (6.7)$$

де  $l$  – середня довжина пробігу,  $l = 6$  м.;

$V$  – середня технологічна швидкість руху крана,  $V = 30$  м/хв.

$$T_{np} = \frac{6}{30} = 0,2 \text{ хв.}$$

Приймаємо згідно нормативів  $T_{\epsilon} = 1$  хв.;  $T_p = 1$  хв.;  $T_3 = 0,3$  хв. Тоді

$$T_{\epsilon} = 0,2 + 1 + 1 + 0,3 = 2,5 \text{ хв.}$$

Час роботи крана за зміну визначаємо за формулою:

$$T_{зм} = \frac{F_{\delta} \cdot 60}{F \cdot k}, \quad (6.8)$$

де  $F_{\delta}$  – дійсний річний фонд часу роботи крана, год.

$F_{\delta} = 2030$  год., тоді:

$$T_{зм} = \frac{2030 \cdot 60}{253 \cdot 2} = 241 \text{ хв.}$$

Кількість деталей, що одночасно перевозяться  $m = 4$  шт.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k = \frac{48 \cdot 6 \cdot 2,5}{4 \cdot 241} = 0,74.$$

Приймаємо один кран.

Для видалення стружки із дільниці використовуємо шнекові конвеєри.  
Для транспортування готових деталей на складальну дільницю використовуємо один електрокар вантажопідйомністю 1т.

### **6.3 Проектування допоміжних відділень дільниці**

Допоміжні відділення дільниці служать для розміщення майстерень допоміжного характеру, контрольних відділень, складів і комор. В залежності від характеру і кількості продукції, що випускається, типу виробництва і особливостей цеху склад допоміжних відділень може бути різним. Тому вибираємо і розраховуємо такий склад допоміжних відділень

Цехова ремонтна база (ЦРБ).

Кількість верстатів ЦРБ можна прийняти рівною 5 % від кількості верстатів, що обслуговуються. Прийmemo 2 верстати.

Дільниця заточування інструментів.

Враховуючи кількість верстатів на механічній дільниці, для дільниці заточування інструментів приймаємо 4 заточні верстати.

Контрольне відділення.

Для забезпечення програми випуску необхідно 2 місця для контролерів.

Крім цього, для забезпечення функціонування дільниці необхідно передбачити наступні допоміжні відділення: склад заготовок; склад готових деталей; приміщення для мастильно-охолоджуючих рідин; приміщення для переробки стружки та інструментально-роздавальної комору.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>94</i>

## 6.4 Визначення розмірів основних і допоміжних площ дільниці

Виробнича площа механічної дільниці укрупнено підраховується за питомою площею, яка припадає на один верстат. Так, для легких верстатів питома площа складає 14...18 м<sup>2</sup>, для середніх – 15...25 м<sup>2</sup>, для крупних – приблизно 35 м<sup>2</sup> [23]. Проводимо розподіл обладнання за типами і визначаємо питому площі, що вони займають. Приймаємо для легких питому площу 14 м<sup>2</sup>, для середніх – 21 м<sup>2</sup>. Результати заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Розподіл обладнання за типами та їх питомі площі

Обладнання	Модель	Кількість, шт	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м <sup>2</sup>
Фрезерно-свердлильно-розточний з ЧПК	2206ВМФ4	7	5480×3715	крупний	245
Радіально-свердлильний	2А544	4	2685×1030	середній	100
Верстак слюсарний	21МД	2	1500×855	середній	20
Стіл контрольний		1	2210×1410	середній	10
Загальна площа дільниці механічної обробки					375

Для ЦРБ передбачено 2 верстати. Питома площа на верстат згідно з рекомендацією [23] рівна 28 м<sup>2</sup>, в тому числі 3 м<sup>2</sup> площа складу запасних частин. Тоді

$$S_{црб} = 28 \cdot 2 = 56 \text{ м}^2.$$

Площу дільниці заточування інструментів вибирають залежно від габаритів інструментів і верстатів, що використовуються в механічній дільниці, а також кількості обслуговуваних верстатів. Питома площа на один заточний верстат згідно літератури [23] рівна 10 м<sup>2</sup>. Для 4 заточних верстатів

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{зат}} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ м}^2.$$

Площу контрольного відділення вираховують із рекомендації 5-6 м<sup>2</sup> на одного контролера, з врахуванням коефіцієнта  $k$  на відведення площі для розташування контрольного обладнання,  $k = 1,75$ . В нашому випадку потрібно 2 контролери, тоді

$$F_{\text{контр}} = 6 \cdot 1,75 \cdot 2 = 21 \text{ м}^2.$$

Площу складу заготовок згідно з рекомендацією [23] вираховують за формулою

$$F_{\text{скл.з.}} = \frac{A_1 \cdot Q_1}{g \cdot k \cdot m}, \quad (6.9)$$

де  $A_1$  – час зберігання заготовок на складі, дні;

$Q_1$  – маса заготовок, що зберігаються протягом року, т;

$g$  – вантажонапруженість площі, т/м<sup>2</sup>;

$k$  – коефіцієнт використання площі складу;

$m$  – кількість робочих днів у році.

Для серійного виробництва  $A_1 = 5$  днів;  $Q_1 = 80$  т;  $g = 2$  т/м<sup>2</sup>;  $m = 253$  дні.

Тоді

$$F_{\text{скл.з.}} = \frac{5 \cdot 80}{2 \cdot 0,6 \cdot 253} = 1,32 \text{ м}^2.$$

Приймаємо  $F_{\text{скл.з.}} = 10 \text{ м}^2$ .

Площу складу готових деталей вираховують за формулою

$$F_{\text{скл.д.}} = \frac{A_2 \cdot Q_2}{g \cdot k \cdot m}, \quad (6.10)$$

де  $A_2$  – час зберігання деталей на складі, дні;

$Q_2$  – маса деталей, що зберігаються протягом року, т.;

Для серійного виробництва  $A_2 = 10$  днів;  $Q_2 = 54,4$  т. Тоді:

$$F_{\text{скл.д.}} = \frac{10 \cdot 54,4}{2 \cdot 0,6 \cdot 253} = 1,79 \text{ м}^2.$$

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96



Приймаємо  $F_{скл.д} = 10 \text{ м}^2$ .

Площу приміщення мастильно-охолоджуючих рідин приймають в залежності від кількості верстатів, що обслуговуються.  $F_{мор} = 60 \text{ м}^2$ .

Площу приміщення для переробки стружки приймають в залежності від кількості верстатів.  $F_{стр} = 90 \text{ м}^2$ .

Норматив для розрахунку площі інструментально-роздавальної комори залежить від типу виробництва, кількості верстатів механічного цеху та кількості працівників складальної дільниці цеху. Приймаємо одну інструментально-роздавальну комору для зберігання інструментів і пристроїв з розрахунку  $0,5 \text{ м}^2$  площі на один верстат. Тоді

$$F_{ірк} = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ м}^2.$$

Приймаємо  $F_{ірк} = 5 \text{ м}^2$ .

Результати розрахунку допоміжних відділень оформляємо у вигляді таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Відомість площ відділень

№ з/п	Назва відділення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Механічна дільниця	375
2	Цехова ремонтна база	56
3	Відділення заточування інструменту	40
4	Контрольне відділення	21
5	Склад заготовок	10
6	Склад деталей	10
7	Приміщення МОР	60
8	Інструментально-роздавальна комора	5
9	Проїзди	60

## **6.5 Вибір типу та основних будівельних параметрів будівлі, розроблення компоувального плану цеху та плану розміщення обладнання і робочих місць**

Вибір типу виробничої будівлі проводимо користуючись рекомендаціями, приведеними в літературі [23]. Для виробничої будівлі вибираємо одноповерхову будівлю з повним каркасом, в якій вертикальними несучими елементами є колони, а зовнішні стіни є огорожуючи ми елементами. Виробнича будівля складається з уніфікованих типових секцій з сіткою колон 18×12 м. Пристінні ряди колон розміщуються з кроком 6 м. Висоту прольотів приймаємо рівною 7,2 м. Основними елементами каркасу є фундаменти, колони, стропильні і підстропильні конструкції. Крайні колони є основні, які сприймають навантаження від конструкції покриття і допоміжні, які служать тільки для кріплення стін. Тип покрівлі скатний. Розміри колон 400×400 мм. Двері вибираємо розсувні. Вікна – двосекційні із шириною 1100 мм.

Розробка плану розміщення обладнання є складним і відповідальним етапом проектування, коли одночасно повинні вирішуватися питання здійснення технологічних процесів, організації виробництва економіки, техніки безпеки, вибору транспорту, засобів механізації і автоматизації виробництва, наукової організації праці і виробничої естетики.

План розміщення обладнання виконуємо в масштабі 1:50. Обладнання розміщення по ходу технологічного процесу так, щоб не було зворотних переміщень. Відстань між верстатами і елементами будівель вибираємо із таблиці рекомендації [23]. Ширину проїзду і відстань від верстатів до проїзду вибираємо із таблиць літератури [23] в залежності від вантажопідйомності електрокара.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		98

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Розрахунок показників економічної ефективності проекту ділянки

Обґрунтування економічної ефективності проведено за методикою [24].

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляємо у вигляді табл. 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1, 7.2.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою

$$C_p = T / \tau, \quad (7.1)$$

де  $T$  – трудомісткість механічної обробки;

$\tau$  – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Кількість основних виробничих робітників визначаємо за формулою

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_o \cdot k_3}{\Phi_{op} \cdot k_6}, \quad (7.2)$$

де  $C_n$  – прийнята кількість обладнання;

$k_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання;

$\Phi_o$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\Phi_{op}$  – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

$k_6$  – коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Зведені відомості складу працюючих за варіантами технологічних процесів оформляємо у вигляді таблиць 7.3.1 та 7.3.2

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами технологічних процесів зводимо у табл. 7.4.1, 7.4.2.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою

$$\Phi_{н.в.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{ум} \cdot T_e, \quad (7.3)$$

де  $C_1$  – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>				<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>					99	18
<i>Консульт.</i>	<i>Дячун</i>				ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61		
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
<b>ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b>							

$T_{\text{шт}}$  – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою

$$\Phi_{o.v.} = \Phi_{n.v.} + D_v, \quad (7.4)$$

де  $D_v$  – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35 % від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef}, \quad (7.5)$$

де  $P$  – середньоспискова чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{n.n.} + D_n, \quad (7.6)$$

де  $D_n$  – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30 % від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{\text{доод}}, \quad (7.7)$$

де  $\Phi_o$  – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

$\Phi_{\text{доод}}$  – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посадових окладів

$$\Phi_{зп.к.} = O \cdot P_k \cdot 12, \quad (7.8)$$

де  $O$  – місячний оклад працівника відповідної категорії;

$P_k$  – кількість працівників певної категорії, чол.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань зводимо у табл. 7.5.1, 7.5.2.

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою

$$B_m = H_m \cdot N_{зан} \cdot C_m, \quad (7.9)$$

де  $H_m$  – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

$C_m$  – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді табл. 7.6.1, 7.6.2.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів

$$B_{ем} = \frac{P_{вст} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_q \cdot K_n \cdot C_e}{\eta_d \cdot \eta_m}, \quad (7.10)$$

де  $P_{вст}$  – сумарна встановлена на дільниці потужність електрообладнання, кВт;

$K_q$  – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за часом (0,4...0,7);

$K_n$  – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0,5...0,8);

$\eta_d$  – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0,9...0,96);

$\eta_m$  – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0,86...0,9);

$C_e$  – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м<sup>2</sup> і тривалості освітлення

$$B_{eo} = \frac{1,05 \cdot H_{\text{еe}} \cdot T_{\text{осв}} \cdot S_m \cdot \Pi_e}{1000}, \quad (7.11)$$

де  $H_{\text{еe}}$  – питомі витрати електроенергії на освітлення м<sup>2</sup> площі (13...16 Вт/год.);

$T_{\text{осв}}$  – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

$S_m$  – розмір площі, яка освітлюється, м<sup>2</sup>.

Кошторис цехових витрат оформляємо у вигляді табл. 7.7.1, 7.7.2.

Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (табл. 7.8.1, 7.8.2), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (табл. 7.9.1, 7.9.2).

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік

$$\Pi = D - B, \quad (7.12)$$

де  $D$  – дохід від реалізації продукції, грн.;

$B$  – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою

$$D = \Pi - K, \quad (7.13)$$

де  $\Pi$  – ціна одиниці продукції, грн.

$$\Pi = (1,1 \dots 1,15) - C_{\text{од.мін}}, \quad (7.14)$$

де  $C_{\text{од.мін}}$  – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції визначають за формулою

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						102
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = C_{od} - K, \quad (7.15)$$

де  $C_{od}$  – повна собівартість одиниці продукції, грн.

Рентабельність виробництва  $P_v$ , %

$$P_v = \frac{\Pi}{\Phi_{v.oc} + H_{oz}} \cdot 100\%, \quad (7.16)$$

де  $\Pi$  – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{v.oc}$  – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

$H_{oz}$  – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції  $P_{np}$ , %

$$P_{np} = \frac{\Pi_{od}}{C_{od}} \cdot 100\%, \quad (7.17)$$

де  $\Pi_{od}$  – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Відсоток зниження собівартості продукції визначають за формулою

$$\Delta C = \frac{C_{od.баз.} - C_{od.нр.}}{C_{od.баз.}} \cdot 100\%, \quad (7.18)$$

де  $C_{od.баз.}$  і  $C_{od.нр.}$  – собівартість одиниці продукції відповідно за базовим проектним варіантами, грн.

Питомі капіталовкладення на одиницю продукції визначають за формулою

$$K_1 = K / N_v, \quad (7.19)$$

де  $K$  – загальні капіталовкладення за варіантом технологічного процесу.

Продуктивність праці у вартісному вираженні (з розрахунку на одного працівника), грн./чол.

$$ПП = D / Ч_{нен}, \quad (7.20)$$

де  $Ч_{нен}$  – чисельність промислово-виробничого персоналу.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зростання продуктивності праці визначають за формулою

$$\Delta PPP = \frac{PPP_{np} - PPP_{баз}}{PPP_{баз}} \cdot 100\% , \quad (7.21)$$

де  $PPP_{np}$  та  $PPP_{баз}$ , – продуктивність праці відповідно у проектному та базовому варіантах.

Фондовіддачу визначають за формулою (грн./грн.)

$$\Phi_{\phi} = D / \Phi_{\phi.ос.} , \quad (7.22)$$

Основні техніко-економічні показники ділянки оформляємо у вигляді таблиць 7.10.1, 7.10.2.

## 7.2 Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз

Нижче представлені техніко-економічні показники проекту.

Таблиця 7.1.1 – Характеристика базового варіанту технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт	T <sub>шт</sub> , хв	Трудомісткість на деталь, н-год	Трудомісткість на програму, н-год	Розряд робітника
005	25263	16,10	0,268	6770,484	4
015	25263	14,30	0,238	6012,594	3
020	25263	22,08	0,368	9296,784	4
025	25263	29,30	0,488	12328,344	4
030	25263	20,24	0,337	8513,631	3
035	25263	1,86	0,031	783,153	3
045	25263	1,10	0,018	454,734	3
Сума		104,98	1,748	44159,724	



Таблиця 7.1.2 – Характеристика проектного варіанту технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт	T <sub>шт</sub> , хв	Трудомісткість на деталь, н-год	Трудомісткість на програму, н-год	Розряд робітника
005	25263	22,90	0,382	9650,466	4
015	25263	36,47	0,608	15359,904	4
025	25263	20,24	0,337	8513,631	3
030	25263	1,86	0,031	783,153	3
035	25263	1,10	0,018	454,734	3
Сума		82,57	1,376	34761,888	

Таблиця 7.2.1 – Склад технологічного обладнання базового варіанту технологічного процесу

№ операції	Кількість місць	Потужність електродвигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електродвигунів усіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн	Вартість усіх верстатів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума усіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
005	2	7,5	15,0	330000	660000	52800	712800	23
015	2	4,0	8,0	77750	155500	12440	167940	13
020	3	7,5	22,5	330000	990000	79200	1069200	23
025	4	10,0	40,0	540000	2160000	172800	2332800	32
030	3	5,5	16,5	241000	723000	57840	780840	30
035	1	5,5	5,5	241000	241000	19280	260280	30
045	1	5,5	5,5	241000	241000	19280	260280	30
Сума	16		113,0		5170500	413640	5584140	

KPM 18-531.00.00

Арк

105

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 7.2.2 – Склад технологічного обладнання проектного варіанту технологічного процесу

№ операції	Кількість місць	Потужність електродвигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електродвигунів усіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн	Вартість усіх верстатів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума усіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
005	3	15,0	45,0	425000	1275000	102000	1377000	32
015	5	15,0	75,0	425000	2125000	170000	2295000	32
025	3	5,5	16,5	241000	723000	57840	780840	30
030	1	5,5	5,5	241000	241000	19280	260280	30
035	1	5,5	5,5	241000	241000	19280	260280	30
Сума	13		147,5		4605000	368400	4973400	

Таблиця 7.3.1 – Зведена відомість складу працюючих базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	16	-
2	Допоміжні робітники	6	40
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	3	10-13
5	Лічильно-контрорський персонал	1	4-5
	Всього:	27	

Таблиця 7.3.2 – Зведена відомість складу працюючих проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	13	-
2	Допоміжні робітники	6	40
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	3	10-13
5	Лічильно-контрорський персонал	1	4-5
	Всього:	24	

Таблиця 7.4.1 – Капітальні витрати по основних фондах базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	291,21200	9,22	2212,800	0,09
	б) допоміжні приміщення	101,92420	3,23	775,200	0,03
	в) адміністративно-побутові	103,95000	3,29	789,600	0,03
	ВСЬОГО:	497,08620		3777,600	0,15
2	Споруди і передаючі пр.	24,85431	0,79	189,600	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	5584,14000	176,83	42439,200	1,77
	б) енергетичне	8,47500	0,27	64,800	0
	в) транспортне	558,41400	17,68	4243,200	0,18
	г) контрольно-вимірювальне	279,20700	8,84	2121,600	0,09
	ВСЬОГО:	6430,23600		48868,800	2,04
4	Інструмент і пристрої	670,09680	60,00	402058,080	16,75
5	Виробничий і господарський інвентар	55,84140	24,00	13401,936	0,56
	ВСЬОГО:	7678,11471		468296,016	19,51

Таблиця 7.4.2 – Капітальні витрати по основних фондах проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	236,61200	7,49	1797,60	0,07
	б) допоміжні приміщення	82,81420	2,62	628,80	0,03
	в) адміністративно-побутові	92,40000	2,93	703,20	0,03
	ВСЬОГО:	411,82620		3129,60	0,13
2	Споруди і передаючі пр.	20,59131	0,65	156,00	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	4973,40000	157,49	37797,60	1,57
	б) енергетичне	11,06250	0,35	84,00	0
	в) транспортне	497,34000	15,75	3780,00	0,16
	г) контрольно-вимірювальне	248,67000	7,87	1888,80	0,08
	ВСЬОГО:	5730,47250		43550,40	1,81
4	Інструмент і пристрої	596,80800	60,00	358084,80	14,92
5	Виробничий і господарський інвентар	49,73400	24,00	11936,16	0,50
	ВСЬОГО:	6809,43201		416856,96	17,37

Таблиця 7.5.1 – Зведена відомість річного фонду зарплати базового варіанту технологічного процесу

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплага, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додагкова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн
Робітники:								
- основні	962,96	288,888	1251,848	57,777	1309,63	365,9248	1675,5548	6820,99
- допоміжні	243,13	60,782	303,912	14,587	318,50	92,3894	410,8894	4423,61
ІТП	121,64	30,410	152,050	7,298	159,35	46,2232	205,5732	4426,39
ЛКП	40,52	10,130	50,650	2,431	53,08	15,3976	68,4776	4423,33
МОП	40,52	10,130	50,650	2,431	53,08	15,3976	68,4776	4423,33
ВСЬОГО:	1408,77	400,340	1809,110	84,524	1893,64	535,3326	2428,9726	

Таблиця 7.5.2 – Зведена відомість річного фонду зарплати проектного варіанту технологічного процесу

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплага, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додагкова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн
Робітники:								
- основні	763,32	228,996	992,316	45,799	1038,12	290,0616	1328,1816	6654,62
- допоміжні	245,03	61,258	306,288	14,702	320,99	93,1114	414,1014	4458,19
ІТП	122,59	30,647	153,237	7,355	160,59	46,5842	207,1742	4460,83
ЛКП	40,84	10,210	51,050	2,450	53,50	15,5192	69,0192	4458,33
МОП	40,84	10,210	51,050	2,450	53,50	15,5192	69,0192	4458,33
ВСЬОГО:	1212,62	341,321	1553,941	72,757	1626,70	460,7956	2087,4956	

KPM 18-531.00.00

Арк

109

Таблиця 7.6.1 – Відомість витрат на матеріали базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Матеріали	Витрати на деталь, кг	Річна витрата, т	Вартість, грн	Загальні транспортні витрати, грн	Загальна вартість відходів, грн	Загальна вартість матеріалу, грн
1	Основні матеріали	12,5	315,79	58105360	4648428,8	568417,5	62185371,30
2	Допоміжні матеріали	0,219	5,53	101684,38	8134,75	994,73	108824,40

Таблиця 7.6.2 – Відомість витрат на матеріали проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Матеріали	Витрати на деталь, кг	Річна витрата, т	Вартість, грн	Загальні транспортні витрати, грн	Загальна вартість відходів, грн	Загальна вартість матеріалу, грн
1	Основні матеріали	12,5	315,79	58105360	4648428,8	568417,5	62185371,30
2	Допоміжні матеріали	0,219	5,53	101684,38	8134,75	994,73	108824,40

Таблиця 7.7.1 – Кошторис цехових витрат базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	<b>А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ</b>	
1	Амортизація обладнання	48,870
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	108,820
	б) електроенергія	425,323
	в) стиснуте повітря	0,034
	г) вода для виробничих потреб	20,270
	д) пара для виробничих потреб	52,260
	е) зарплата основна і додаткова	1675,55
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	279,207
	б) цінний інструмент	100,510
4	Внутрішні переміщення вантажів	27,920
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	446,730
6	Інші витрати	136,250
	<b>ВСЬОГО за розділом А:</b>	<b>3321,744</b>
	<b>Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ</b>	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	205,573
	б) службовці (ЛКП)	68,478
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	68,478
	б) допоміжні робітники, не вказані в розділі А	410,899
3	Амортизація будівель та інвентаря	17,370
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	21,700
	б) пара для опалення	101,146
	в) вода для побутових потреб	70,040
	г) матеріальні та інші витрати	5,220
	д) інвентаря	55,840
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	17,330
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	50,270
7	Охорона праці	134,040
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	22,340
9	Інші витрати	26,796
	<b>ВСЬОГО за розділом Б:</b>	<b>1275,520</b>
	<b>ВСЬОГО цехових (побічних) витрат</b>	<b>4597,264</b>

Таблиця 7.7.2 – Кошторис цехових витрат проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	<b>А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ</b>	
1	Амортизація обладнання	43,550
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	108,820
	б) електроенергія	436,664
	в) стиснуте повітря	0,028
	г) вода для виробничих потреб	19,630
	д) пара для виробничих потреб	54,600
	е) зарплата основна і додаткова	1328,180
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	248,670
	б) цінний інструмент	89,520
4	Внутрішні переміщення вантажів	24,870
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	397,870
6	Інші витрати	121,350
	<b>ВСЬОГО за розділом А:</b>	<b>2873,752</b>
	<b>Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ</b>	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	207,174
	б) службовці (ЛКП)	69,019
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	69,019
	б) допоміжні робітники, не вказані в розділі А	414,101
3	Амортизація будівель та інвентаря	15,220
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	17,630
	б) пара для опалення	82,182
	в) вода для побутових потреб	62,260
	г) матеріальні та інші витрати	4,320
	д) інвентаря	49,730
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	14,460
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	39,850
7	Охорона праці	106,250
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	19,890
9	Інші витрати	21,815
	<b>ВСЬОГО за розділом Б:</b>	<b>1192,920</b>
	<b>ВСЬОГО цехових (побічних) витрат</b>	<b>4066,672</b>



Таблиця 7.8.1 – Кошторис витрат на виробництво продукції базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	62118,54
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	1251,85
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	57,78
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	365,92
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	3321,744
6	Загальноцехові витрати	1275,520
	Всього цехова собівартість	68391,35
7	Загальнозаводські витрати	777,88
	Всього виробнича собівартість	69169,23
8	Позавиробничі витрати	1420,54
	Всього повна собівартість	70589,77
9	Плановий прибуток	10588,77
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	81178,24

Таблиця 7.8.2 – Кошторис витрат на виробництво продукції проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	62118,54
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	992,32
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	45,80
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	290,04
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	2873,75
6	Загальноцехові витрати	1192,920
	Всього цехова собівартість	67513,37
7	Загальнозаводські витрати	649,30
	Всього виробнича собівартість	68162,67
8	Позавиробничі витрати	1400,40
	Всього повна собівартість	69563,07
9	Плановий прибуток	10434,46
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	79997,53

Таблиця 7.9.1 – Калькуляція собівартості одиниці продукції базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	2588,27
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	52,16
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	2,41
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	15,25
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	138,41
6	Загальноцехові витрати	53,15
	Всього цехова собівартість	2849,64
7	Загальнозаводські витрати	32,41
	Всього виробнича собівартість	2882,05
8	Позавиробничі витрати	59,19
	Всього повна собівартість	2941,24
9	Плановий прибуток	441,19
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	3882,43

Таблиця 7.9.2 – Калькуляція собівартості одиниці продукції проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	2588,27
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	41,35
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,91
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	12,08
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	119,74
6	Загальноцехові витрати	49,70
	Всього цехова собівартість	2813,06
7	Загальнозаводські витрати	27,05
	Всього виробнича собівартість	2840,11
8	Позавиробничі витрати	58,35
	Всього повна собівартість	2898,46
9	Плановий прибуток	434,77
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	3333,23

Таблиця 7.10.1 – Техніко-економічні показники базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	24000
	б) у вартісному вираженні	грн	81178240
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн	7678,11
	б) питомі	грн/шт.	319,92
	в) виробнича площа загальна	м кв.	728,03
	г) кількість верстатів	шт.	16
	д) енергопотужність обладнання	кВт	113
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн	1823,55
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	27
5	Річний фонд зарплати	тис. грн	2428,9726
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн	6820,99
	б) ІТР	грн	4426,39
7	Виробіток на одного працюючого	грн/чол.	3006601,48
8	Випуск продукції:		
	а) на одну грн. основних фондів	грн	12,62
	б) на один квадратний метр площі	грн	111503,98
9	Завантаження верстатів	%	2,94
10	Собівартість деталі	грн	3882,43
11	Побічні витрати цеху	грн	1420540
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	63,29

Таблиця 7.10.2 – Техніко-економічні показники проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	24000
	б) у вартісному вираженні	грн	79997530
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн	6809,43
	б) питомі	грн/шт.	283,73
	в) виробнича площа загальна	м кв.	591,53
	г) кількість верстатів	шт.	13
	д) енергопотужність обладнання	кВт	147,5
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн	1617,24
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	24
5	Річний фонд зарплати	тис. грн	2087,4956
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн	6654,62
	б) ІТР	грн	4460,83
7	Виробіток на одного працюючого	грн./чол.	3333230,42
8	Випуск продукції:		
	а) на одну грн. основних фондів	грн	11,75
	б) на один квадратний метр площі	грн	135238,33
9	Завантаження верстатів	%	2,31
10	Собівартість деталі	грн	3333,23
11	Побічні витрати цеху	грн	1400400
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	70,36

В результаті розрахунків встановлено, що у разі впровадження проектного варіанту технологічного процесу у виробництво зниження собівартості деталі буде становити 14,1 %, а прогнозований економічний ефект від зниження собівартості складе 13180800 грн при річній програмі випуску 24000 штук.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників під час прийняття на роботу і в процесі роботи

Організацію навчання та перевірку знань з питань охорони праці працівників при підготовці, перепідготовці, підвищенні кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким керівником підприємства доручена організація цієї роботи.

Працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці стосовно конкретних робіт, які вони виконуватимуть. Попереднє спеціальне навчання і перевірка знань працівників за його результатами проводиться одноразово до початку самостійної роботи, а також у разі перерви в роботі понад 1 рік. Періодичні перевірки знань працівників проводяться в строки, встановлені відповідними міжгалузевими і галузевими нормативними актами, але не рідше 1 разу на рік [25].

На підприємствах для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюються постійно діючі комісії. Головами комісій призначаються заступники керівників підприємств, в обов'язки яких входить організація роботи з охорони праці, а в разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівники відповідних підрозділів чи їх заступники.

Перед перевіркою знань працівників з питань охорони праці на підприємстві організуються заняття: лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, погоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства.

Посадові особи і спеціалісти зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці до початку виконання своїх

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>				<b>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						117	10
<i>Консульт.</i>	<i>Клепчик</i>					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>							

обов'язків, а також періодично один раз на 3 роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Одним з розділів “Типового положення про навчання з питань охорони праці” є інструктажі з питань охорони праці.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Усі працівники, яких приймають на постійну чи тимчасову роботу і при подальшій роботі, повинні проходити на підприємстві навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, а в разі відсутності на підприємстві такої служби – іншим фахівцем, на якого наказом по підприємству покладені ці обов'язки. Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнане, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт, а також з урахуванням вимог орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу, але не рідше [25]:

- на роботах з підвищеною небезпекою – один раз на 3 місяці;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>118</i>

– для решти робіт – один раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, устаткування, приладів, інструментів, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівником вимог охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при виявленні особами, які здійснюють нагляд за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником;
- при перерві в роботі більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначається залежно від виду робіт, що ними виконуватимуться.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер). Ці види інструктажу завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж. При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. При незадовільних результатах і повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>119</i>

При назадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

## **8.2 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, що проектується**

При виконанні певних видів робіт виникає необхідність у переносних освітлювальних приладах і ручному електричному інструменті. Для безпеки при користуванні переносними світильниками і електроінструментом застосовується знижена напруга (наприклад, 12, 36 і 42 В). У звичайних умовах напруги 42 В і нижче відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) віднесені до малих (безпечних) напруг.

Корпуси струмоприймачів малої напруги заземлювати (занулювати) необхідності немає. Але в вибухонебезпечних приміщеннях потрібно заземлювати або занулювати все електрообладнання незалежно від напруги. Джерелами малої напруги (до 42 В) служать батареї гальванічних елементів, акумулятори, випрямні і перетворювальні установки.

Хоча напруга 42 В вважається безпечною, при певному збігу обставин вона може представляти небезпеку. У цьому випадку необхідно у вторинній обмотці трансформатора застосовувати проводи з надійною ізоляцією, а для переносних струмоприймачів – шлангові дроти.

Ізоляція повинна точно відповідати ПУЕ, умов навколишнього середовища, номінальній напрузі мережі або установки. Ізоляція в установках вважається задовільною, якщо її опір на ділянці мережі між запобіжниками не менше, ніж 0,5 МОм.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>120</i>



Подвійна ізоляція – це оснащення двох незалежних один від іншої шарів ізоляції. При цьому порушення цілісності одного шару не призведе до небезпечної ситуації, оскільки другий шар ізоляція попередить появу напруги на металевих частинах обладнання. Подвійна ізоляція може убезпечити експлуатацію будь-якого обладнання невеликої потужності.

На корпус обладнання з подвійною ізоляцією наноситься розпізнавальний знак – квадрат в квадраті.

Захисне заземлення – навмисне з'єднання із землею металевих частин обладнання, які не знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть виявитися під напругою в результаті порушення ізоляції електроустановки.

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при «замиканні на корпус».

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг дотику і крокових напруг, зумовлених «замиканням на корпус». Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підвищення потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, наближеного за величиною до потенціалу заземленого обладнання.

Природними заземлювачами виступають підземні кабелі, металеві конструкції, надійно з'єднані з землею.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою або в особливо небезпечних заземлення є обов'язковим при напрузі установок понад 36 В змінного струму і понад 110 В постійного струму, а у приміщеннях без підвищеної небезпеки – при напрузі 500 В і вище. У вибухонебезпечних приміщеннях заземлення роблять незалежно від величини напруги.

Допустимі значення опору заземлювача відповідно до ПУЕ:

– 4 Ом у всіх випадках для установок напругою до 1000 В і 10 Ом при потужності генераторів і трансформаторів 100 кв·А і менше;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>121</i>

– 0,5 Ом при великих струмах замикання на землю (понад 500 А) для установок напругою понад 1000 В і 10 Ом при малих струмах замикання на землю.

У кожного захисного заземлення періодично вимірюють опір спеціальними приладами, перевіряють цілісність зовнішніх заземлюючих провідників, надійність приєднання заземлювачів.

Зануленням називається приєднання до неодноразово заземленого нульового проводу живлячої мережі корпусів й інших конструктивних металевих частин електрообладнання, які зазвичай не перебувають під напругою, але внаслідок пошкодження ізоляції можуть виявитись під напругою.

Завдання занулення таке саме, як і захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей струмом при пробиванні на корпус. Це вирішується автоматичним відключенням пошкодженої установки від мережі.

Принцип дії занулення полягає у перетворенні замикання на корпус в однофазне коротке замикання для створення струму такої величини, при якій спрацьовує захист і установка автоматично відмикається від живильної мережі. Занулення застосовується в трифазних чотирипровідних мережах з глухо заземленою нейтраллю напругою до 1000 В. Як правило, це мережі напругою 380, 220 і 127 В.

Захисним відключенням називається пристрій, який швидко (не більше 0,2 с) автоматично відключає ділянку електричної мережі при виникненні в ній небезпеки ураження людини струмом.

Така небезпека може виникнути, зокрема, при замиканні фази на корпус електрообладнання; при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі нижче визначеної межі; при появі в мережі більш високої напруги; при доторканні людини до струмопровідної частини, яка перебуває під напругою.

Основні заходами захисту від ураження струмом в проектуваному цеху наступні [25]:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, від випадкового дотику;
- захисний розподіл мережі;

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		122

– ліквідація небезпеки ураження при появі напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електрообладнання, що досягається застосуванням малих напруг, застосуванням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним вимкненням та ін.;

- застосування спеціальних приладів і пристосувань;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

У процесі експлуатації електрообладнання часто виникають умови, при яких навіть найбільш досконале їх дотримання не забезпечує безпеки працюючого і вимагає використання спеціальних захисних засобів, які умовно поділяють на: ізолюючі, загороджуючі та допоміжні.

Для забезпечення безпечної, безаварійної і продуктивної роботи електрообладнання необхідно так організувати їх експлуатацію, щоб уникнути всяких можливих помилок з боку обслуговуючого персоналу.

Кожен працівник до призначення його на самостійну роботу, пов'язану з обслуговуванням електрообладнання або при переводі на іншу ділянку роботи зобов'язаний пройти навчання щодо безпечних методів роботи на робочому місці і перевірку знань.

### **8.3 Оцінка стійкості роботи проектного цеху в умовах надзвичайних ситуацій**

Стійкість роботи об'єкта – це його здатність випускати продукцію в надзвичайних ситуаціях у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – в мінімально короткі строки відновити своє виробництво.

Більш підготовленими до стійкої роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінять фактори, їх несприятливий вплив на виробництво і розроблять відповідні заходи. Завчасне проведення організаційних, агрохімічних, агротехнічних, інженерно-технічних, ветеринарно-санітарних, лісотехнічних, лісгосподарських, меліоративних та інших заходів максимально знизить результати впливу вражаючих факторів мирного і воєнного часу на людей,

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>123</i>

сільськогосподарських тварин і створить сприятливі умови для швидкої ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Для розробки заходів підвищення і забезпечення стійкості роботи об'єктів у надзвичайних ситуаціях необхідно оцінити стійкість об'єкту проти впливу вражаючих факторів.

Вихідними даними для проведення розрахунків стійкості об'єкта до ураження є: максимальні значення параметрів можливих вражаючих факторів і характеристики елементів об'єкта [26]:

- відстань від цеху до сховища вуглеводних продуктів – 0,7 км;
- цех розташований до сховища по азимуту  $270^\circ$ ;
- тип вуглеводного продукту – пропан;
- маса продукту – 300 т.;
- характеристика механічного цеху: будівля – залізобетон; верстати – середні; трубопроводи – на металевих естакадах, наземні;
- кабельні мережі – наземні.

Зони осередку ураження при вибуху газоповітряної суміші показано на рисунку 8.1.

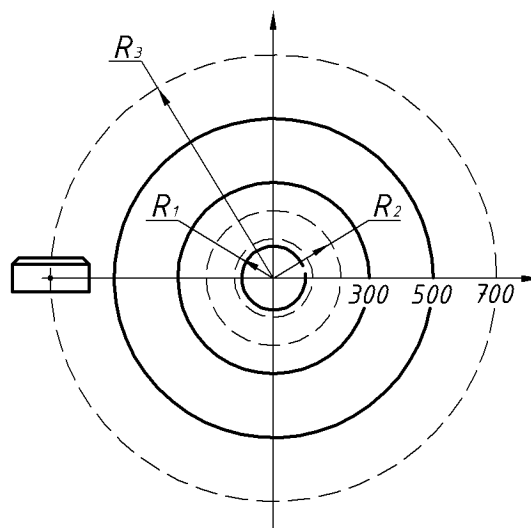


Рисунок 8.1 – Зони осередку ураження при вибуху газоповітряної суміші

Визначаємо максимально ймовірний надмірний тиск, що очікується при вибуху у районі розташування об'єкту

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		124

Зона I – зона детонаційної хвилі:

$$R_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (8.6)$$

де  $Q = 300$  т. – маса вуглеводневого продукту.

$$R_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q} = 117,151 \text{ м};$$

$$\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа};$$

Зона II – зона дії продуктів вибуху:

$$R_2 = 1,7 \cdot r_1 = 199,156 \text{ м}; \quad (8.7)$$

$$\Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r}\right)^3 + 50 = 56,094 \text{ кПа}. \quad (8.8)$$

Зона III – зона дії повітряної ударної хвилі:

Визначимо відносну величину  $\psi$ :

$$\psi = 0,24 \cdot \frac{r}{r_1} = 1,434. \quad (8.9)$$

При  $\psi \leq 2$ :

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot \psi^3} - 1)} = 27,686 \text{ кПа}. \quad (8.10)$$

Визначимо фактичний надмірний тиск:

$$\Delta P_\phi = \left( 1,05 \cdot \frac{\sqrt[3]{Q}}{r} + 4,3 \cdot \frac{\sqrt[3]{Q}}{r^2} + 14 \cdot \frac{Q}{r^5} \right) \cdot 100 = 1,043 \text{ кПа}. \quad (8.11)$$

Виділимо основні елементи об'єкту і визначимо їх ступені руйнування в залежності від  $\Delta P_\phi$  ударної хвилі:

– механічний цех:  $\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 20 \dots 30$  кПа (середній);

– верстатний парк:  $\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 25 \dots 35$  кПа (середній);

– трубопроводи:  $\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 20 \dots 30$  кПа (слабкий);

– кабельні мережі:  $\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 10 \dots 30$  кПа (слабкий).

Порівнюючи  $\Delta P_{\phi \text{ lim}}$  (по найменшому показнику: механічний цех) з

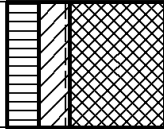
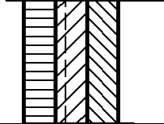
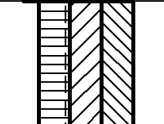
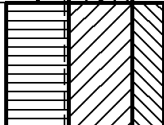
$\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 30$  кПа визначимо, що об'єкт є досить стійким до ударної хвилі.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		125

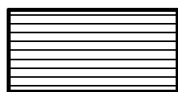
Результати розрахунків наведено у таблиці 8.1.

Висновок: межа стійкості об'єкту  $\Delta P_{\phi \text{lim}} = 20$  кПа, що відповідає межі стійкості найуразливішого елементу об'єкту, тобто будівлі механічного цеху. На об'єкті від ударної хвилі очікується середній ступінь руйнування будівлі механічного цеху та обладнання і легкий ступінь руйнування для трубопроводів та кабельних мереж. Можливий збиток складе: для будівлі механічного цеху – 45 %, для технологічного обладнання – 37 %, для трубопроводів – 27 %, для кабельних мереж – 27 %.

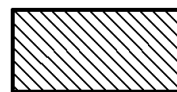
Таблиця 8.1 – Результати оцінки стійкості об'єкту до ударної хвилі

Елементи цеху та їх характеристики	Ступінь руйнування при $\Delta P_{\phi}$ , кПа	Межа стійкості елементу $\Delta P_{\phi \text{lim}}$ , кПа	Збитки при $\Delta P_{\phi \text{max}}$ , %	Примітка
	10 20 30 40 50 60 70			
Будівля: залізобетон		20	45	Межа стійкості об'єкту $\Delta P_{\phi \text{lim}} = 20$ кПа
Технологічне обладнання: верстати середні		25	37	
Трубопроводи: на металевих естакадах		30	27	
Електромережа: кабельна наземна		30	27	

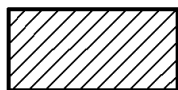
$\Delta R_{\phi \text{max}}$  →



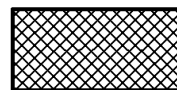
- слабкі руйнування



- сильні руйнування



- середні руйнування



- повні руйнування

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

В наш час, внаслідок незбалансованої господарської діяльності неухильно зростає техногенне навантаження на всі компоненти природного середовища. Техногенне навантаження – це соціально-економічна освоєність території та забруднення природного середовища [27]. Під соціально-економічною освоєністю території розуміється її використання з господарською метою. Вона охоплює характеристики промисловості, сільського господарства, будівництва, транспорту, земельного фонду, демографічного навантаження. Економічна криза зумовила спад промислового виробництва, що спричинило скорочення обсягів споживання ресурсів і зменшення викидів шкідливих речовин.

Але темпи зниження споживання ресурсів порівняно з темпами спаду обсягів виробництва промислової продукції є значно меншими. Це пов'язано з експлуатацією застарілого устаткування, його спрацюванням, із загальним технологічним руйнуванням виробництва. Цей процес без належних капіталовкладень постійно посилюється і викликає зростання кількості та масштабів промислових аварій і катастроф.

Найактуальнішою екологічною проблемою для України залишається забруднення природного середовища, що проявляється в надмірній концентрації тих чи інших компонентів або енергії – вищій від фонових або допустимих норм – внаслідок введення в оборот речовин, які в природі не існують. Виникнення джерел забруднення пов'язане з діяльністю суспільства, спрямованою на виробництво матеріальних благ. Наслідки цієї діяльності викликають зміну характеристик усіх природних компонентів та їх складових, що негативно впливає на життєдіяльність суспільства, особливо – на здоров'я людей.

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЕКОЛОГІЯ</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Консульт.</i>	<i>Лясота</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>				<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						127	4

## 9.2 Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті роботи

### механоскладального цеху

Під час здійснення виробництва у механоскладальному цеху з виготовлення корпусу редуктора можливе забруднення довкілля промисловими відходами, пилом, парами та аерозолями шкідливих речовин.

Механоскладальний цех має у своєму складі наступні дільниці: заготівельну, механічної обробки, приготування та роздачі змащувально-охолоджувальних рідин, фарбування та інші, що є джерелом забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря.

При роботі шліфувальних та заточних верстатів у повітря виділяється дрібнодисперсний абразивний та металевий пил, що забруднює повітря в цеху.

Матеріалом заготовки корпусу КС6В-47.007 алюмінієвий сплав АК8М (АЛ32) ГОСТ 1583-93.

В якості змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в проектуваному цеху використовується 3,5...3,9% розчин УКРІНОЛ-1 ТУ-38-10 11197-86. Ця ЗОР є складною колоїдною системою, що містить масла, емульгатори, інгібітори корозії, бактеріозіди, тощо. При розчині емульсії в воді утворюється трьохфазна система: вода – масло – емульсія.

Внаслідок розбризкування та перегріву ЗОР її компоненти потрапляють у повітря у вигляді аерозолів, і, як наслідок в легені людини. Також неможливо уникнути потрапляння ЗОР на шкіру, а можливо і в очі.

На фарбувальній дільниці повітря робочої зони забруднюють пари розчинників і фарб.

Крім цього, згадані чинники призводять до забруднення води, утворення твердих відходів, а також енергетичних забруднень, шумів, вібрації.

## 9.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля

Для нормальної життєдіяльності людини важливим є забезпечення нормальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях, котрі суттєво впливають на організм людини.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>128</i>



Заходи щодо оздоровлення повітряного середовища наступні:

– механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними мають велике значення при виконанні технологічних процесів, що супроводжуються пило-, газо- і пароутворенням та робіт, пов'язаних з систематичними фізичними навантаженнями;

– виключення або зведення до мінімуму використання в технологічних процесах токсичних матеріалів, застосування замість твердого та рідкого палива газоподібного, нагрівання матеріалів за допомогою електромагнітного поля, застосування засобів вловлювання і знешкодження шкідливих речовин у джерелі їх утворення;

– герметизація обладнання і технологічних процесів, під час реалізації яких утворюються шкідливі речовини;

– ізоляція дільниць, де виконуються роботи, що супроводжуються виділенням пилу і газу;

– систематичне прибирання приміщень;

– професійний відбір працівників шкідливих цехів, попередній і періодичний медичний огляд;

– встановлення особливого режиму роботи та відпочинку (скорочений робочий день, додаткова відпустка);

– захист від джерел теплових випромінювань;

– вентиляція, кондиціювання повітря і опалення;

– очистка повітря;

– очистка стічних вод;

– утилізація твердих відходів;

– захист від енергетичних забруднень;

– застосування систем індивідуального захисту.

У відповідності з ГОСТ 12.1.005-88 при перевищенні гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал повинен бути споряджений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Всі ЗІЗ згідно ГОСТ 12.4.011-87 підрозділяють на такі класи в залежності від

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>129</i>

призначення: одяг спеціальний захисний, засоби захисту ніг, рук, голови, органів дихання, обличчя, очей, захисні дерматологічні засоби.

До засобів колективного захисту відносять системи вентиляції зі спеціальними фільтрами та пиловловлювачі різних конструктивних виконань, опалення, кондиціонування повітря, засоби захисту від різних типів випромінювань.

Для уникнення та зниження ступеню небезпеки дільниці прийняті, та провадяться заходи згідно ГОСТ 12.0.003-88. У виробничому приміщенні застосовується загально – обмінна вентиляція. На металорізальному обладнанні застосовуються прозорі екрани, а також спеціальні сопла для подачі ЗОР в зону різання, що гарантують мінімальне утворення аерозолів. Для видалення парів ЗОР передбачена аерація приміщення.

Для захисту шкіри рук робітників застосовуються спеціальні дерматологічні засоби, наприклад паста ИЭР-2 ФС42-95-72.

Для захисту очей та обличчя робітників від потрапляння ЗОР застосовують захисні окуляри ЗНРЗ.

ЗОР пастеризується не менш ніж один раз на три місяці та проводиться аналіз на відсутність мікробів, що викликають захворювання шкіри. Пастеризація ЗОР провадиться шляхом нагрівання до температури 75..80 °С, утриманням при такій температурі та охолодження до 20° С.

Відроблену ЗОР збирають у ємність, що встановлена в підвальному приміщенні через зливну систему.

В структурі цеху передбачене відділення для збирання та переробки стружки. Основна задача цієї структури полягає у тому, щоб стружка вчасно збиралася і утилізувалася з метою недопущення забруднення нею довкілля.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>130</i>

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі результатів аналізу літературних джерел встановлено, що лінійні похибки, викликані неперпендикулярністю торця деталі при відрізанні на металорізальних верстатах і пресах, які найбільш широко використовуються на виробництві, становить в середньому 1,5-3,0 мм, а при обробці слід враховувати неточність закріплення, похибку встановлення заготовки, що в свою чергу збільшує неперпендикулярність торця заготовки до осі інструменту.

2. Виявлено, що обробка отворів самовстановлювальними інструментами характеризується меншим часом врізання за рахунок підналаштування плаваючих різальних кромок під торець отвору в результаті чого відбувається вирівнювання навантаження між різальними лезами, на відміну від жорстких інструментів.

3. Розроблено конструкцію адаптивної розточної головки для розточування внутрішніх циліндричних поверхонь. Запропонована конструкція дворізцевої адаптивної розточної головки забезпечує можливість використання швидкозмінних різальних пластин та підведення змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання, що зменшує силу різання при розточуванні і підвищує технологічність її конструкції.

4. Отримано теоретичні залежності, які дозволяють встановити взаємозв'язки між конструктивними параметрами адаптивної розточної головки та діаметром оброблюваного отвору, що в свою чергу, полегшить процес її проектування.

5. Проаналізовано службове призначення та дана характеристика об'єкту виробництва, проведено аналіз технічних умов, технологічний контроль креслення деталі, зроблено аналіз технологічності конструкції деталі, а також базового технологічного процесу її виготовлення.

6. На основі здійсненого аналізу проведено вдосконалення базової технології виготовлення корпусу КС6В-47.007 для багатосерійного типу виробництва.

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>Лім</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						2	131
					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

7. Розроблені конструкції спеціального технологічного оснащення розраховані, виходячи із реальних умов роботи, і дають можливість нормально здійснювати технологічний процес із раціональними режимами механічної обробки на відповідних операціях і переходах.

8. Розроблено проект ділянки механічного цеху для виготовлення корпусу КС6В-47.007.

9. Правильність прийнятих рішень підтверджена розрахунками економічної ефективності. Встановлено, що у разі впровадження проектного варіанту технологічного процесу у виробництво зниження собівартості деталі буде становити 14,1 %, а прогнозований економічний ефект від зниження собівартості складе 13180800 грн при річній програмі випуску 24000 штук.

10. В роботі розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також екології.

					<i>КРМ 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>132</i>

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
2. Луців І. В. Основи створення багатолезового оснащення з міжінструментальними зв'язками для обробки поверхонь обертання : дис. д-ра техн. наук: 05.03.01 / Тернопіль, 2006. 448 с.
3. Вовк Ю.Я. Самовстановлювальні інструментальні блоки з пружними зв'язками для обробки отворів : дис. канд. техн. наук: 05.03.01 / Тернопіль, 2007. 195 с.
4. Дворіздева розточувальна головка : пат. 94017 Україна. № u201404963 ; заявл. 12.05.2014 ; опубл. 27.10.2014, Бюл. №20.
5. Дворіздева розточувальна головка : пат. 99316 Україна. № u201414109 ; заявл. 29.12.2014 ; опубл. 25.05.2015, Бюл. №10.
6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К Мещерякова. Москва : Машиностроение, 1985. Т. 1. 656 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К Мещерякова. Москва : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
8. Способ обработки коротких точных отверстий : а. с. 1414524 СССР. № 3991162/30-08 ; заявл. 04.10.1985 ; опубл. 07.08.1988, Бюл. № 29.
9. Устройство для сверления глубоких отверстий : а. с. 831415 СССР. № 2689333/25-08 ; заявл. 28.11.1978 ; опубл. 23.05.1981, Бюл. № 19.
10. Deburring tool with cutting blade : pat. 5181810 USA. № 3614774 ; Filing Date 11.06.1991 ; Publication Date 26.01.1993.
11. Режущий инструмент : а. с. 1202763 СССР. № 3695495/25-08 ; заявл. 05.12.1983 ; опубл. 07.01.1986, Бюл. № 1.
12. Инструмент для виброобработки глубоких отверстий : а. с. 1253745 СССР. № 3862675/25-08 ; заявл. 05.08.1985 ; опубл. 30.08.1986, Бюл. № 32.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Качалуба</i>						
<i>Перев.</i>	<i>Ткаченко</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>						
					<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					133	3	
					<i>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</i>		

13. Гевко Б. М., Капаціла Ю. Б., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 8.090202. Тернопіль : ТДТУ, 2002. 35 с.

14. Лепихов В. Г. Самоустанавливающиеся инструменты. Москва : Машиностроение, 1974. 80 с.

15. Качалуба Т. Р., Дзюра В. О., Ткаченко І. Г. Визначення конструктивних параметрів адаптивної розточної головки : зб. матеріалів VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», м. Тернопіль, 27-28 листопада 2019 р. Тернопіль : 2019. С. 92-93.

16. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособ. для вузов. Москва : ООО «ИД» Альянс, 2007. 256 с.

17. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ : НМК ВО, 1990. 264 с.

18. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Панов А. А. и др.; под общ. ред. А. А. Панова. Москва : Машиностроение, 1988. 736 с.

19. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

20. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Москва : Машиностроение, 1970. 424 с.

21. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю. В. Барановского. Москва : Машиностроение, 1972. 408 с.

22. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

23. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>134</i>

24. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г : методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.

25. Дементій Л. В. Гончарова С. А. Охорона праці в механічних та складальних цехах. Краматорськ : ДДМА, 2005. 312 с.

26. Шоботов В. М. Цивільна оборона: навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.

27. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища: навч. посіб. Київ : Знання, 2002. 203 с.

					<i>KPM 18-531.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>135</i>

Дубл.			
Зам.			
Підпис			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

ТНТУ	КС6В-47.007		46000
			50141.00001
Корпус			

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри ТМ  
\_\_\_\_\_ /М.І.Пилипець/

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

### на технологічний процес механічної обробки

Виконав: \_\_\_\_\_ / Качалуба /  
 Перевірив: \_\_\_\_\_ / Ткаченко /  
 Н.контроль: \_\_\_\_\_ / Дячун /  
 \_\_\_\_\_







Дубл.															
Замість.															
Підпис.															
														3	
											КС6В-47.007			Корпус	
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, назва операції					Позначення документа					
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.
Кім	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код						ППП	ОВ	ОН	КВ	Н. вимр.
0 01	1. Встановити, закріпити, зняти заготовку.														
0 02	2. Фрезерувати поверхню в розмірі (6) , (1)														
Р 03	L=1120 мм; t=3,0 мм; i=1; S=80 мм/хв; n=200 об/хв; V=126 м/хв; То=14 хв.														
0 04	3. Поворот стола на 90°.														
0 05	4. Фрезерувати поверхню в розмір (8) .														
Р 06	L=120 мм; t=3,0 мм; i=1; S=80 мм/хв; n=200 об/хв; V=126 м/хв; То=1,5 хв.														
0 07	5. Поворот стола на 90°.														
0 08	6. Фрезерувати поверхню в розмір (11) .														
Р 09	L=120 мм; t=3,0 мм; i=1; S=80 мм/хв; n=200 об/хв; V=126 м/хв; То=1,5 хв.														
0 10	7. Поворот стола на 90°.														
0 11	8. Фрезерувати поверхню в розмір (10) .														
Р 12	L=120 мм; t=3,0 мм; i=1; S=80 мм/хв; n=200 об/хв; V=126 м/хв; То=1,5 хв.														
0 13	9. Розточити отвір (12) попередньо до $\Phi 99,5$ мм.														
Р 14	L=40 мм; t=3,0 мм; i=2; S=50 мм/хв; n=250 об/хв; V=79 м/хв; То=1,6 хв.														
0 15	10. Розточити фаску в розмір (13).														
Р 16	L=5 мм; t=2,0 мм; i=1; S=50 мм/хв; n=250 об/хв; V=79 м/хв; То=0,1 хв.														
0 17	11. Розточити отвір в розмірі (12) , (4) , (15) .														
МК	Механічної обробки														







Дубл.																			
Замість.																			
Підпис.																			
																7			
												КС6В-47.007				Корпус			
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, назва операції				Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.				
Кім	Назва деталей, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				ППП	ОВ	ОН	КВ	Н. випр.						
О 01	9. Встановити накладну кондукторну плиту.																		
О 02	10. Замінити інструмент.																		
О 03	11. Свердлити послідовно 6 отворів в розмірі (8) , (21) , (34) , (37).																		
Р 04	L=26 мм; t=3,4 мм; i=6; S-ручна; n=500 об/хв; V=10,7 м/хв; To=2,52 хв.																		
О 05	12. Замінити інструмент.																		
О 06	13. Свердлити послідовно два отвори в розмірі (11) , (25) , (16) , (15) .																		
Р 07	L=26 мм; t=7,2 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=14,84 м/хв; To=1,24 хв.																		
О 08	14. Замінити інструмент.																		
О 09	15. Відкинути кондукторну плиту.																		
О 10	16. Цекувати добишки в розмір (13).																		
Р 11	L=2,5 мм; t=1,6 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=31,65 м/хв; To=0,16 хв.																		
О 12	17. Замінити інструмент.																		
О 13	18. Зенкувати послідовно 2 фаски в розмір (12) .																		
Р 14	L=2,6 мм; t=1,6 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; To=0,16 хв.																		
О 15	19. Замінити інструмент.																		
О 16	20. Нарізати послідовно різь в 2 отворах в розмірі (16) , (17) , (18) , (25) .																		
Р 17	L=29 мм; t=1,5 мм; i=2; S=1,85 мм/об; n=160 об/хв; V=8,04 м/хв; To=0,48 хв.																		
МК	Механічної обробки																		









Дубл.																									
Замість.																									
Підпис.																									
																				11					
																		КС6В-47.007				Корпус			
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, назва операції						Позначення документу														
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.						
Кім					Назва деталей, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				ППП	ОВ	ОН	КВ	КВ	Н. випр.							
О 01	5. Цекувати торець добишки в розмірі (2) , (3) .																								
Р 02	L=2,5 мм; t=1,6 мм; i=1; S-ручна; n=315 об/хв; V=31,65 м/хв; To=0,1 хв.																								
О 03	6. Замінити інструмент.																								
О 04	7. Зенкувати фаску в розмір (4) .																								
Р 05	L=2,6 мм; t=1,6 мм; i=1; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; To=0,08 хв.																								
О 06	8. Замінити інструмент.																								
О 07	9. Нарізати різь в розмір (5) .																								
Р 08	L=27 мм; t=1,5 мм; i=1; S=1,5 мм/об; n=160 об/хв; V=8,04 м/хв; To=0,23 хв.																								
Т 09	Пристрій 7358-4178. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85. Щітка ЩТР ОСТ17830-80.																								
Т 10	Патрон 6251-0182 ГОСТ14077-78. Втулка 6100-0146 ГОСТ13598-68. Втулка 6120-0354 ГОСТ13409-83.																								
Т 11	Втулка 6120-0355 ГОСТ13409-83. Втулка 6143-0111 ГОСТ15936-70.																								
Т 12	Свердло (Ф14,5) 2301-0048 ГОСТ10903-77. Зенківка 2353-0135 ГОСТ14953-80.																								
Т 13	Цековка (Ф32) 2350-0778 ВК8 ГОСТ26258-87. Мітчик (М16х1,5-7Н) 2620-1609.3 ГОСТ3266-81.																								
К 14	Пробка (М16х1,5-7Н) 8221-3068.7Н ГОСТ17758-72. Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ166-80.																								
15																									
16																									
17																									
МК	Механічної обробки																								

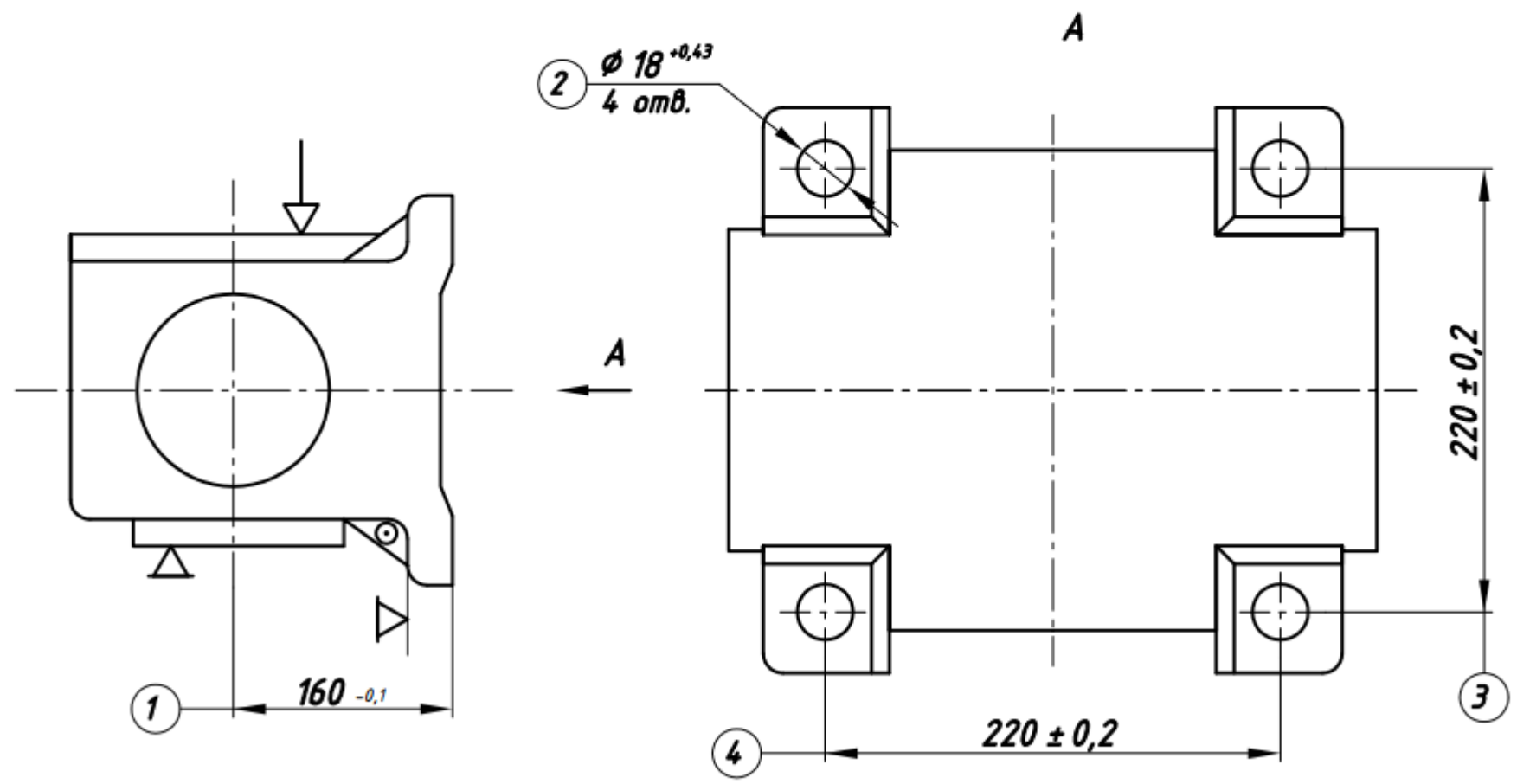
Дубл.																															
Замість.																															
Підпис.																															
																												12			
																								КС6В-47.007				Корпус			
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, назва операції					Позначення документа																					
Б	Код, назва обладнання												СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.								
Кім	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					ППП	ОВ	ОН	КВ	Н. випр.																
А 01	18		035	4212 Радіально-свердлильна															Тд=0,5	Тшт=1,10											
Б 02				Радіально-свердлильний 2А544																											
О 03				1. Встановити, закріпити, зняти заготовку.																											
О 04				2. Завести оправку в отвір.																											
О 05				3. Надіти цековку на оправку.																											
О 06				4. Цекувати отвір в розміри ① і ② .																											
Р 07				L=4 мм; t=1,5 мм; i=4; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; То=0,52 хв.																											
О 08				5. Вивести оправку з отвору.																											
О 09				6. Повторити переходи 2, 3, 4, 5 чотири рази.																											
Т 10				Пристрії 7364-4335. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85. Щітка ЩТР ОСТ17830-80.																											
Т 11				Втулка 6100-0146 ГОСТ13598-68.																											
Б 12				Цековка 2350-0779 ВК8 ГОСТ26258-87.																											
К 13				Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80.																											
14																															
15																															
А 16	18		040	0108 Слюсарна															Тд=0,5	Тшт=2,1											
Б 17				Верстак																											
МК				Механічної обробки																											

Дубл.																	
Замість.																	
Підпис.																	
															13		
										КС6В-47.007			Корпус				
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код, назва операції				Позначення документа								
Б					Код, назва обладнання	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.	
Кім	Назва деталей, скл. одиниці або матеріалу								Позначення, код				ППП	ОВ	ОН	КВ	Н. випр.
О 01	1. Зачистити задири та заусенці після свердління, зенкування, нарізання різи.																
Т 02	Напилоч 2820-0018 ГОСТ1465-80.																
03																	
04																	
А 05	18		045	0165	Протирання										Тд=0,5	Тшт=1,1	
Б 06	Верстак																
О 07	1. Протерти деталь ганчір'ям.																
М 08	Ганчір'я ТУ 63-178-77-82.																
09																	
10																	
А 11	18		050	0200	Приймальний контроль										Тд=0,5	Тшт=3,7	
Б 12	Стіл контролера ПР1466																
О 13	1. Перевірити якість обробки деталі візуальним оглядом.																
О 14	2. Провести контроль якості обробки поверхонь, точності виконання розмірів та форми згідно карти контролю.																
15																	
16																	
17																	
МК	Механічної обробки																

Дубл.																				
Замість																				
Підпис.																				

Розробив	Качалуба																			
Нормував																				
Погодив	Ткаченко																			
Затвердив	Пилипець																			
Н. контр.	Дячун																			
<b>ТНТУ</b>										<b>КС6В-47.007</b>										
<b>Корпус</b>										1	8	005								

$\sqrt{Ra6,3}$  (✓)





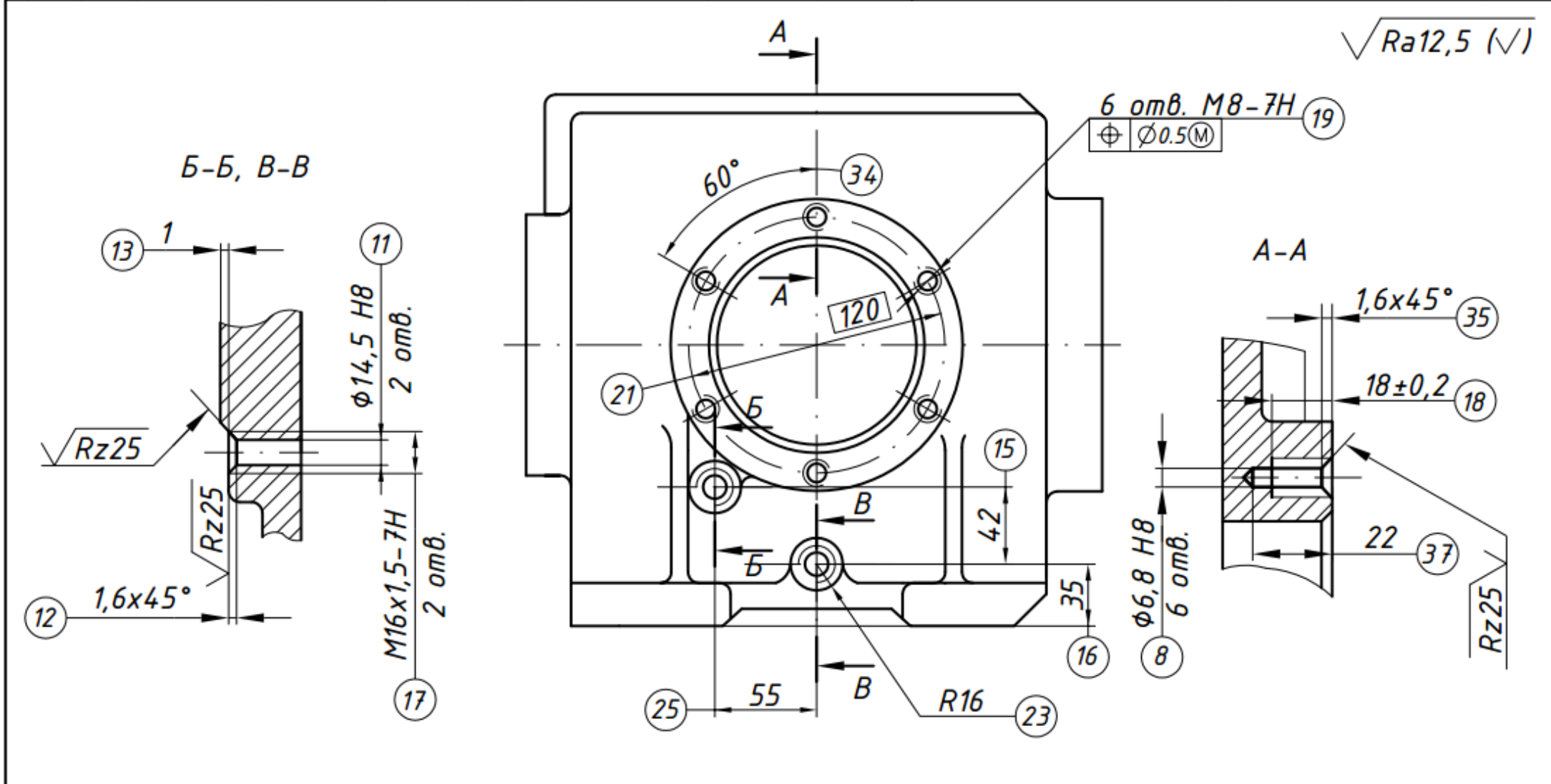




Дубл.			
Взам.			
Підп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

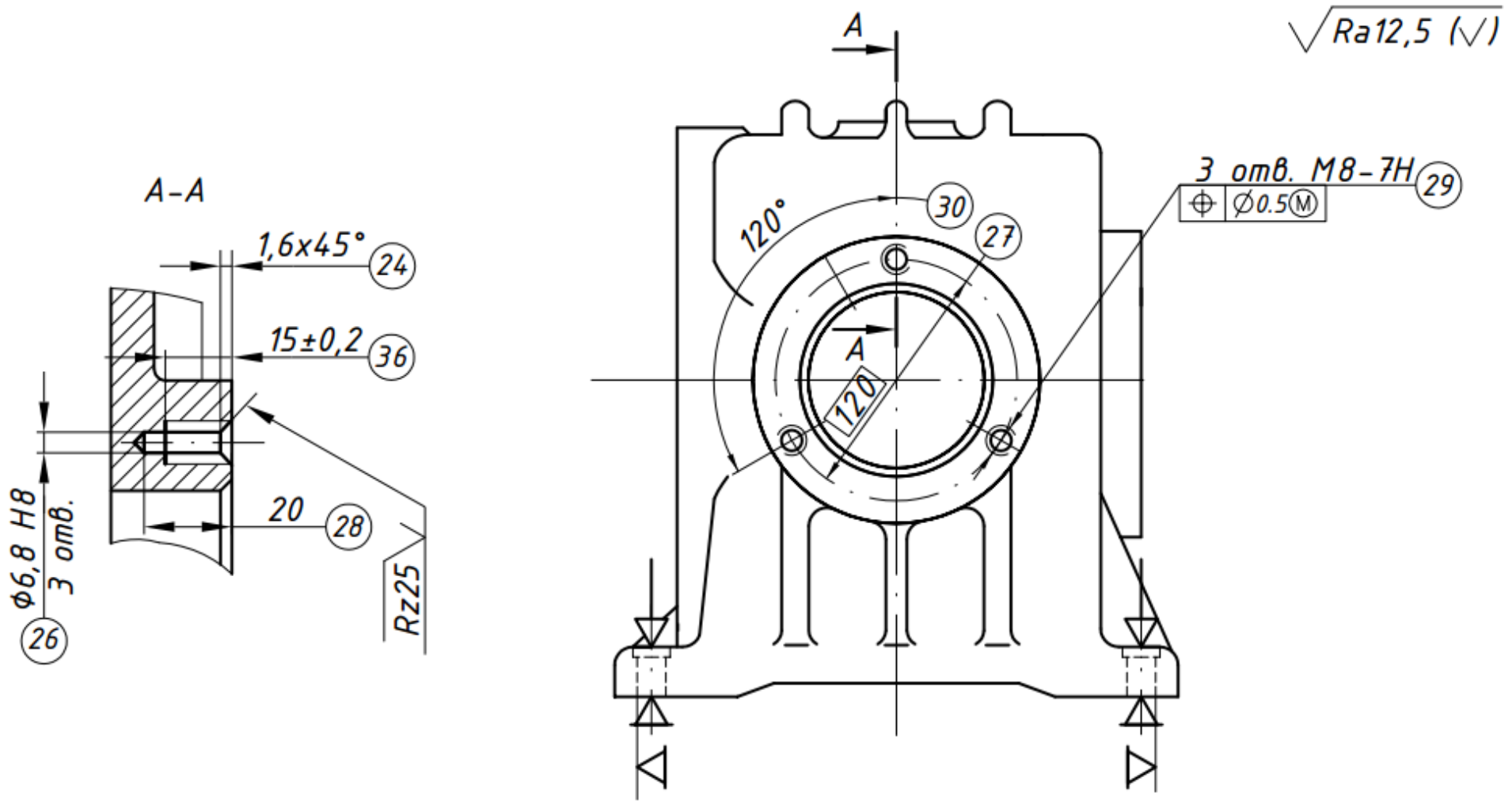
									4	
								Корпус	KC6B-47.007	025



Дубл.			
Взам.			
Підп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

									5	
								Корпус	KC6B-47.007	025



KE | Механічної обробки

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

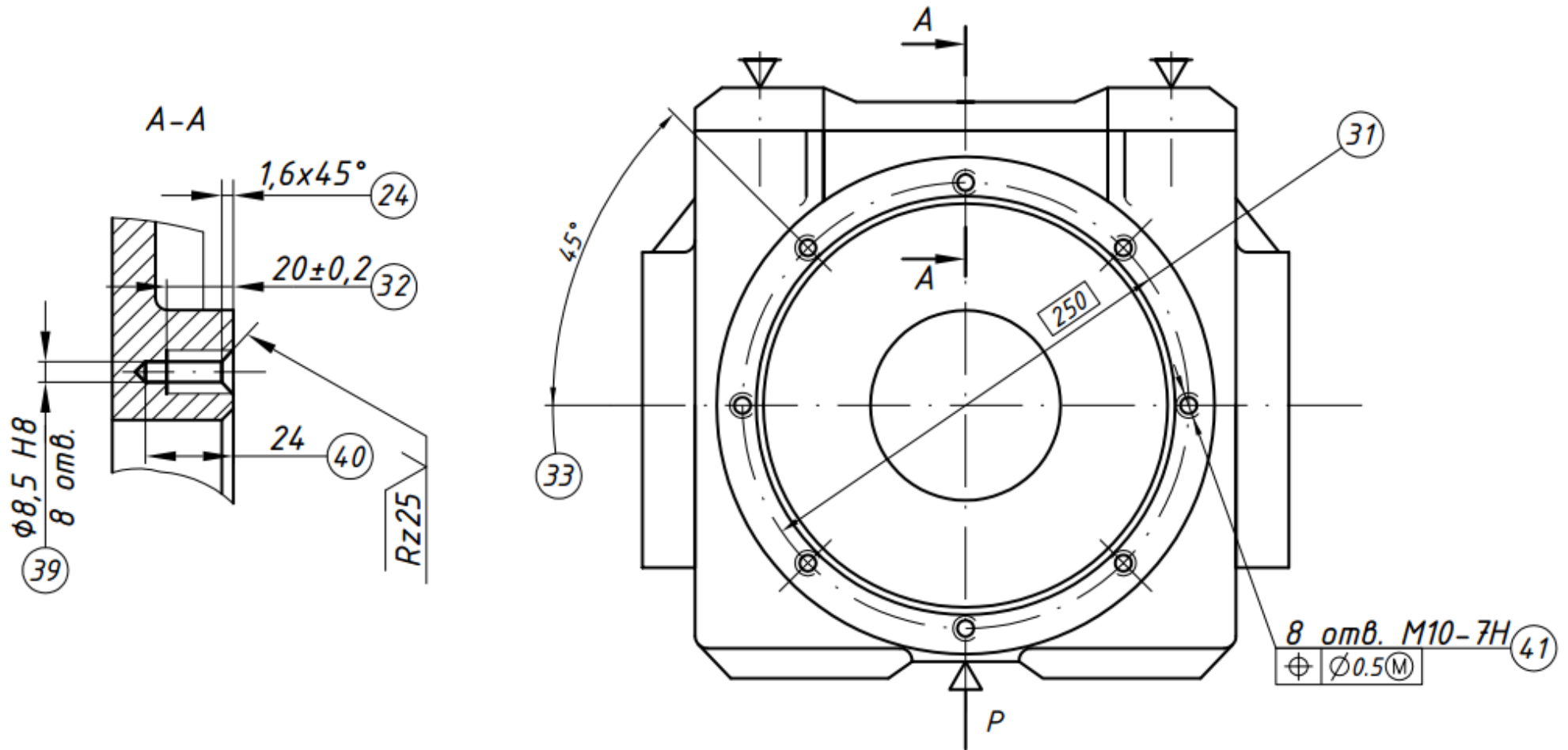

6

Корпус

КС6В-47.007

025

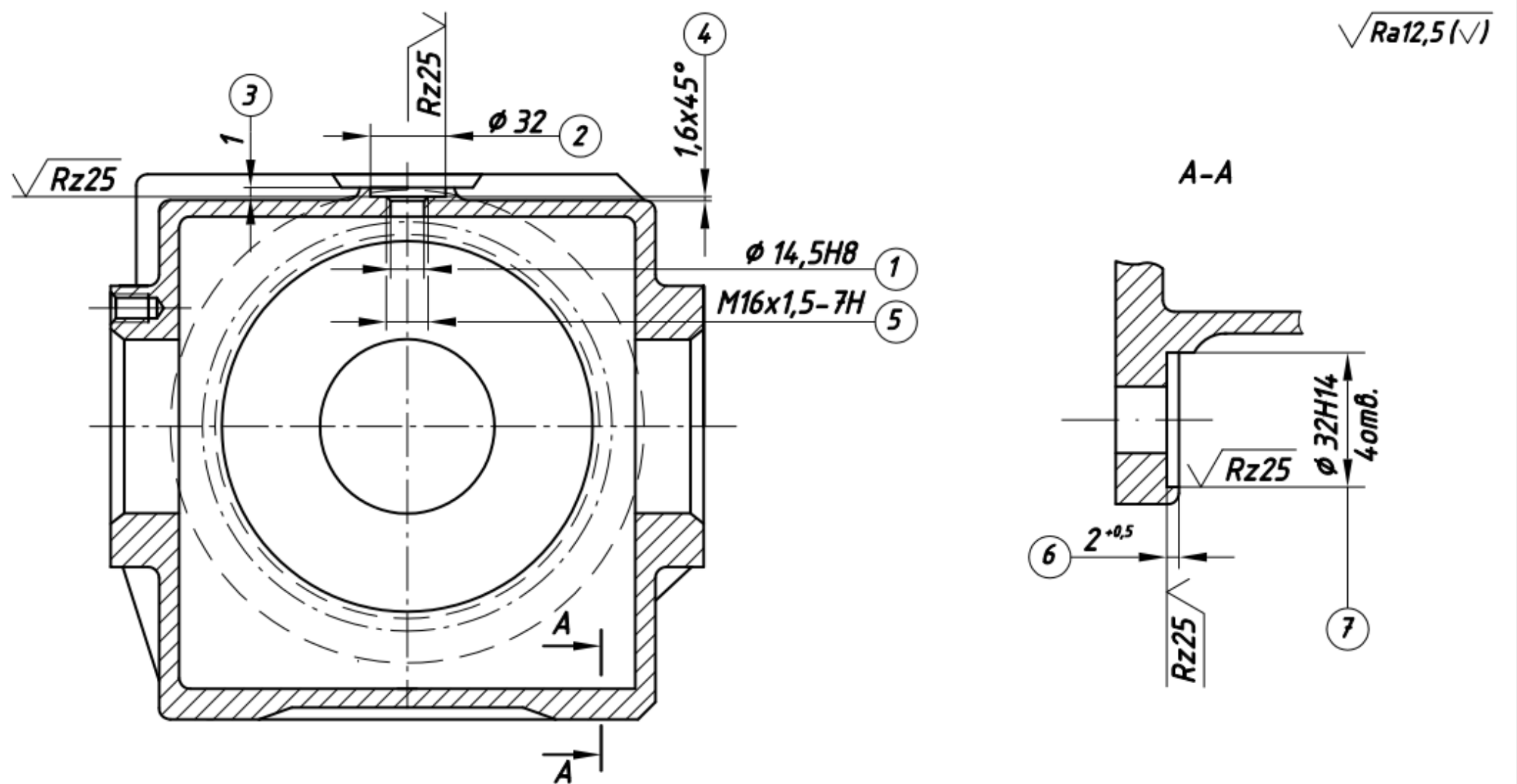
$\sqrt{Ra12,5(\sqrt)}$



КЕ

Механічної обробки

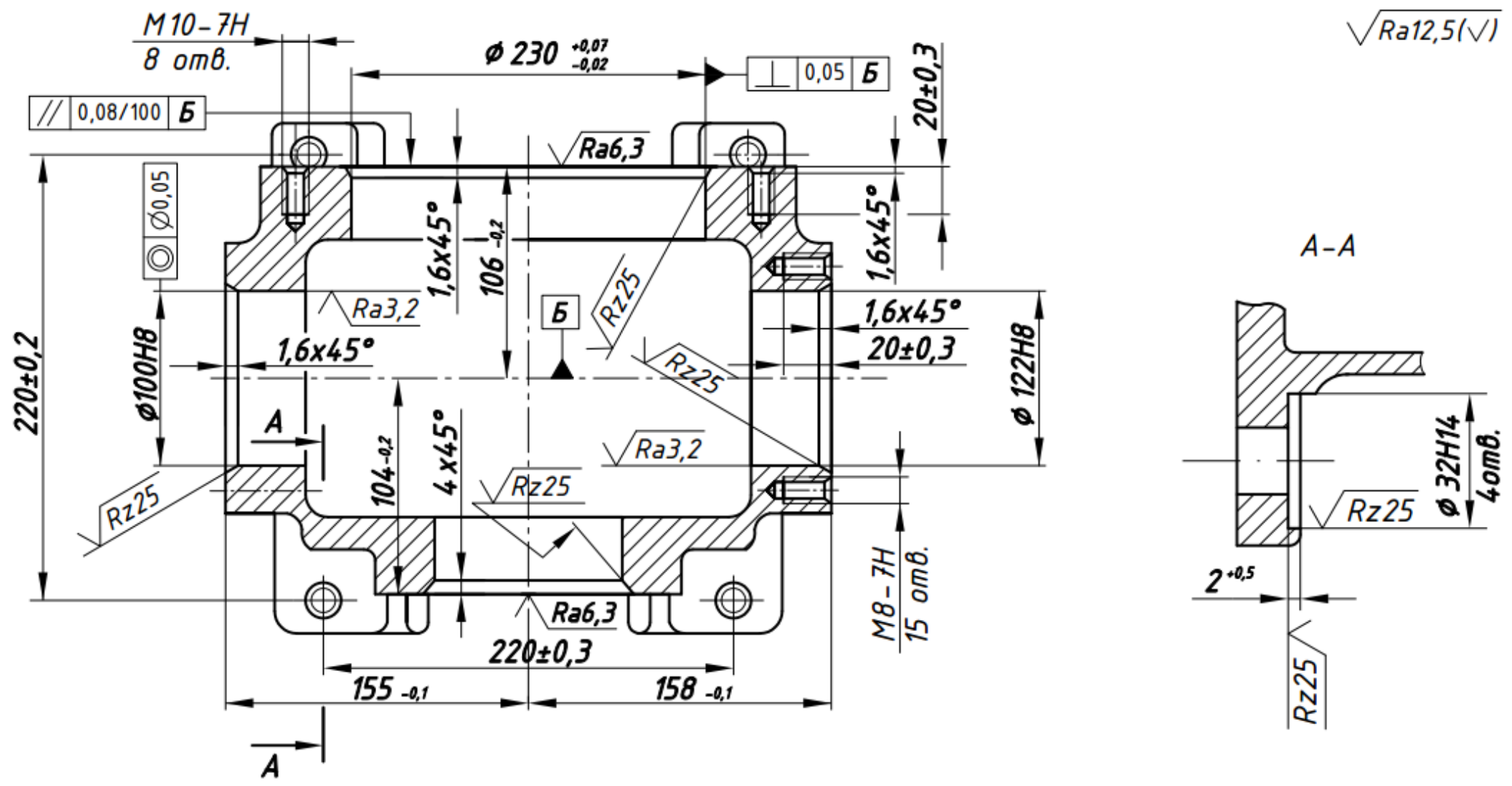
Дубл.									
Взам.									
Підп.									
									7
Корпус							КС6В-47.007		030 035



Дубл.		
Взам.		
Підп.		

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

																				8
																		Копиця	КС6В-47.007	050



KE | Механічної обробки

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
ТехноПро										Редуктор										
Разроб.	Качалуба				ТНТУ		КС6В-47.050				14		1							
Перевір.	Паньків						КС6В-47.007													
Нормув.	Качалуба																			
Метролог																				
Н.контр.	Дячун						Корпус													
М 1	АК8М ГОСТ 1583-93																			
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры						КД	МЗ					
М 2			11				Відливка	Складний							12,5					
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документу									
Б	Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт			
Р				ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.						
A01	18	1	1	001	Транспортна															
02																				
B03	Електрокар ЭК-2																			
04																				
T05	ПР. Піддон 7.001 ОСТ23.4.97-81																			
06																				
O07	1	Транспортувати заготовки на ділянку механічної обробки.																5,0		
08																				
A09	18	1	1	005	Комплексна з ЧПК															
10																				
B11	Фрезерно-свердлильно-розточний 2206ВМФ-4																			
12																				
T13	ПР. Пристрій для фрезерування																			
14																				
O15	1	Встановити, закріпити, зняти заготовку.																1,5	22,9	
16																				
O17	2	Фрезерувати поверхню в розмір 160-0,1 мм.																		
18																				
P19	L=460 мм; t=4,0 мм; i=2; S=50 мм/хв; n=200 об/хв; V=126 м/хв; T <sub>0</sub> =18,4 хв.																			
20																				
O21	3	Центрувати 4 отвори в розміри 220±0,2 мм, 220±0,2 мм.																		
22																				
P23	L=10 мм; t=3,15 мм; i=4; S=240 мм/хв; n=800 об/хв; V=25 м/хв; T <sub>0</sub> =0,17 хв.																			
КТП																				

Дубл.																				
Взам.																				
Підп.																				
ТехноПро						Редуктор														
						КС6В-47.007														
						Корпус														
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документу									
Б	Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт			
Р	ПИ		D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.								
01																				
02	4	Свердлити 4 отвори		Ø18+0,43 мм в розміри, 220±0,2 мм, 220±0,2 мм.																
03																				
04	L=30 мм;	t=9,0 мм;		i=4;		S=0,80 мм/об;		n=400 об/хв;		V=23 м/хв;		T <sub>0</sub> =1,15 хв.								
05																				
06	ВИ. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85; ВИ. Оправка 6225-4030; ВИ. Оправка 6225-4033; ВИ. Оправка 6225-4036-03;																			
07																				
08	ВИ. Щітка ЩТР ОСТ17830-80; РИ. Свердло D18 2301-0061 Р6М5 ГОСТ10903-77;																			
09																				
10	РИ. Свердло D6,3 2317-0009 ГОСТ14952-75; РИ. Фреза D200 2214-0227 ВК8 ГОСТ26595-85;																			
11																				
12	СИ. Калібр 8150-5094; СИ. Калібр-пробка D18 8133-0932 Н9; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.																			
13																				
14																				
15	18		1		2		010		Слюсарна									1,00		1,8
16																				
17	Верстак слюсарний																			
18																				
19	1	Зачистити задири після фрезерування.																		
20																				
21	РИ. Напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80																			
22																				
23																				
24	18		1		3		015		Комплексна з ЧПК									1,5		36,5
25																				
26	Фрезерно-свердильно-розточний 2206ВМФ-4																			
27																				
28	ПР. Пристрій для фрезерування																			
29																				
30	1	Встановити, закріпити, зняти заготовку.																		
КТП																				





Дубл.														
Взам.														
Підп.														

ТехноПро								Редуктор						4	
								КС6В-47.007							
								Корпус							

А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції								Позначення документу							
---	-----	------	----	-------	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--

Б	Код, найменування обладнання										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
---	------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	-------	---	----	----	------	----	----	-----	-----	-----

Р		ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---	---	--------	--------

01													
002	11	Розточити отвір в розміри D100+0,054 мм, 160-0,1 мм.											
03		L=40 мм; t=0,3 мм; i=1; S=29 мм/хв; n=290 об/хв; V=91 м/хв; T <sub>0</sub> =1,38 хв.											
P04													
05													
006	12	Поворот стола на 90 градусів.											
07													
008	13	Розточити отвір D230(+0,007;-0,02) мм попередньо до D229,5 мм.											
09													
P10		L=5 мм; t=3,0 мм; i=1; S=25 мм/хв; n=110 об/хв; V=79 м/хв; T <sub>0</sub> =3,04 хв.											
11													
012	14	Розточити фаску в розмір 1,6×45°.											
13													
P14		L=5 мм; t=2,0 мм; i=1; S=22 мм/хв; n=110 об/хв; V=80 м/хв; T <sub>0</sub> =0,23 хв.											
15													
016	15	Розточити отвір в розміри D230(+0,007;-0,02) мм, 160-0,1 мм.											
17													
P18		L=38 мм; t=0,3 мм; i=1; S=12 мм/хв; n=125 об/хв; V=90 м/хв; T <sub>0</sub> =3,16 хв.											
19													
020	16	Поворот стола на 90 градусів.											
21													
022	17	Розточити отвір D122+0,063 мм попередньо до D121,5 мм.											
23													
P24		L=50 мм; t=3,0 мм; i=2; S=42 мм/хв; n=210 об/хв; V=80 м/хв; T <sub>0</sub> =2,38 хв.											
25													
026	18	Розточити фаску в розмір 1,6×45°.											
27													
P28		L=5 мм; t=2,0 мм; i=1; S=42 мм/хв; n=210 об/хв; V=80 м/хв; T <sub>0</sub> =0,12 хв.											
29													
030	19	Розточити отвір в розміри D122+0,063 мм, 160-0,1 мм.											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 1а		САПР				
Дубл.																
Взам.																
Підп.																
ТехноПро								Редуктор				5				
								КС6В-47.007								
								Корпус								
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
Р		ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.				
01																
Р02	L=50 мм; t=0,3 мм; i=1; S=23 мм/хв; n=235 об/хв; V=90 м/хв; T <sub>0</sub> =2,17 хв.															
03																
004	20	Поворот стола на 90 градусів.														
05																
006	21	Розточити фаску в розмір 4×45°.														
07																
Р08	L=8 мм; t=4,0 мм; i=1; S=40 мм/хв; n=215 об/хв; V=80 м/хв; T <sub>0</sub> =0,2 хв.															
09																
T10	ВИ. Вставка 6339-4337-01; ВИ. Головка розточна 6339-4037; ВИ. Головка розточна 6339-4223;															
11																
T12	ВИ. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85; ВИ. Оправка 6225-4036-03; ВИ. Оправка 6225-4037; ВИ. Оправка 6225-4046;															
13																
T14	ВИ. Оправка 7112-4744-01; ВИ. Щітка ЩТР ОСТ17830-80; РИ. Різець 2102-4159-01; РИ. Різець 2136-4048-06;															
15																
T16	РИ. Різець 2136-4050-01; РИ. Різець 2146-4020; РИ. Різець 2146-4022-01;															
17																
T18	РИ. Фреза D200 2214-0227 BK8 ГОСТ26595-85; СИ. Калібр пробка D100 8136-0021 ПР;															
19																
T20	СИ. калібр пробка D230 8140-4179 НЕ; СИ. Калібр-пробка D100 8136-0121 НЕ;															
21																
T22	СИ. Калібр-пробка D122 8140-4174 НЕ; СИ. Калібр-пробка D122 8140-4174 ПР;															
23																
T24	СИ.Калібр-пробка D230 8140-4178 ПР; СИ. Нутромір НИ 100-160-1 ГОСТ868-82; СИ. Нутромір НИ 160-250-1 ГОСТ868-82;															
25																
T26	СИ. Пристрій для контролю перпендикулярності; СИ. Пристрій для контролю співвісності;															
27																
T28	СИ. Шаблон (106) 8150-5126; СИ. Шаблон (155) 8102-4582; СИ. Шаблон (158) 8102-4583;															
29																
T30	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.															

Дубл.																						
Взам.																						
Підп.																						
ТехноПро											Редуктор								6			
											КС6В-47.007											
											Корпус											
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції											Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання											СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
Р		ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.										
01																						
A02	18		1		4		020		Слюсарна										1,00		4,2	
03																						
B04	Верстак слюсарний																					
05																						
O06	1	Зачистити задири після фрезерування та розточування отворів.																				
07																						
T08	РІ. Напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80																					
09																						
10																						
A11	18		1		5		025		Радіально-свердлильна										0,62		20,3	
12																						
B13	Радіально-свердлильний 2А544																					
14																						
T15	ПР. Пристрій для свердління																					
16																						
O17	1	Встановити, закріпити, зняти заготовку.																				
18																						
O19	2	Свердлити послідовно 6 отворів в розміри D120 мм, 24 мм, D6,8H8, 60°.																				
20																						
P21	L=29 мм; t=3,4 мм; i=6; S-ручна; n=50 об/хв; V=10,7 м/хв; T <sub>0</sub> =2,76 хв.																					
22																						
O23	3	Замінити інструмент.																				
24																						
O25	4	Зняти накладну кондукторну плиту.																				
26																						
O27	5	Зенкувати послідовно 6 фасок вв розмір 1,6×45°.																				
28																						
P29	L=3 мм; t=1,6 мм; i=6; S-ручна; n=500 об/хв; V=15,7 м/хв; T <sub>0</sub> =0,36 хв.																					
30																						
КТП																						

Дубл.																					
Взам.																					
Підп.																					
ТехноПро										Редуктор										7	
										КС6В-47.007											
										Корпус											
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції										Позначення документа						
Б	Код, найменування обладнання										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
Р					ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.						
001	6	Замінити інструмент.																			
02																					
003	7	Нарізати послідовно різь М8-7Н в 6 отворах в розміри D120 мм, 20±0,2 м, 60°.																			
04																					
Р05	L=25 мм; t=1,25 мм; i=6; S=1,85 мм/хв; n=160 об/хв; V=4,02 м/хв; T <sub>0</sub> =1,5 хв.																				
06																					
007	8	Повернути пристрій з деталлю на 90 градусів.																			
08																					
009	9	Встановити накладну кондукторну плиту.																			
10																					
011	10	Замінити інструмент.																			
12																					
013	11	Свердлити послідовно 6 отворів в розміри D6,8H8 мм, D120 мм, 22 мм, 60°.																			
14																					
Р15	L=26 мм; t=3,4 мм; i=6; S-ручна; n=500 об/хв; V=10,7 м/хв; T <sub>0</sub> =2,52 хв.																				
16																					
017	12	Замінити інструмент.																			
18																					
019	13	Свердлити послідовно два отвори в розміри D14,5H8 мм, 55 мм, 35 мм, 18±0,2 мм.																			
20																					
Р21	L=26 мм; t=7,2 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=14,84 м/хв; T <sub>0</sub> =1,24 хв.																				
22																					
023	14	Замінити інструмент.																			
24																					
025	15	Відкинути кондукторну плиту.																			
26																					
027	16	Цекувати бобишку в розмір 1 мм.																			
28																					
Р29	L=2,5 мм; t=1,6 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=31,65 м/хв; T <sub>0</sub> =0,16 хв.																				
30																					
КТП																					

Дубл.													
Взам.													
Підп.													

ТехноПро	Редуктор	8
		КС6В-47.007
		Корпус

А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції	Позначення документу									
---	-----	------	----	-------	----------------------------	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
---	------------------------------	--	--	--	--	----	-------	---	----	----	------	----	----	-----	-----	-----

Р		ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tv/хв.
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---	---	--------	--------

001	17	Замінити інструмент.										
002												
003	18	Зенкувати послідовно 2 фаски в розміри 1,6×45°.										
004												
Р05		L=2,6 мм; t=1,6 мм; i=2; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; T <sub>0</sub> =0,16 хв.										
006												
007	19	Замінити інструмент.										
008												
009	20	Нарізати послідовно різь M16×1,5-7H в 2 отворах в розміри 35 мм, 18±0,2 мм, 55 мм, 42 мм.										
010												
Р11		L=29 мм; t=1,5 мм; i=2; S=1,85 мм/хв; n=160 об/хв; V=8,04 м/хв; T <sub>0</sub> =0,48 хв.										
012												
013	21	Замінити інструмент.										
014												
015	22	Зенкувати послідовно 6 фасок в розмір 1,6×45°.										
016												
Р17		L=3 мм; t=1,6 мм; i=6; S-ручна; n=500 об/хв; V=15,7 м/хв; T <sub>0</sub> =0,36 хв.										
018												
019	23	Замінити інструмент.										
020												
021	24	Нарізати послідовно різь M8-7H в 6 отворах в розміри 18±0,2 мм, 120 мм, 60°.										
022												
Р23		L=23 мм; t=1,25 мм; i=2; S=1,25 мм/хв; n=160 об/хв; V=4,08 м/хв; T <sub>0</sub> =1,38 хв.										
024												
025	25	Повернути пристрій з деталю на 90 градусів.										
026												
027	26	Встановити накладну кондукторну плиту.										
028												
029	27	Замінити інструмент.										
030												



Дубл.																	
Взам.																	
Підп.																	
ТехноПро										Редуктор							10
											КС6В-47.007						
											Корпус						

А Цех | Діл. | РМ | Опер. | Код, найменування операції | Позначення документа

Б Код , найменування обладнання | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз | Тшт

Р | ПИ | D або В | L | T | i | S | N | V | O | То/хв. | Тв/хв.

001	39	Зняти накладну кондукторну плату.														
02																
003	40	Зенкувати послідовно 8 фасок в розмір 1,6×45°.														
04																
Р05		L=3 мм; t=1,6 мм; i=8; S-ручна; n=500 об/хв; V=15,7 м/хв; T <sub>0</sub> =0,48 хв.														
06																
007	41	Замінити інструмент.														
08																
009	42	Нарізати послідовно різь M10-7H в 8 отворах в розміри 250 мм, 20±0,2 мм, 45°.														
10																
Р11		L=28 мм; t=1,5 мм; i=2; S=1,5 мм/об; n=160 об/хв; V=5,02 м/хв; T <sub>0</sub> =1,84 хв.														
12																
Т13		ВИ. Втулка 6100-0146 ГОСТ13598-68; ВИ. Втулка 6120-0353 ГОСТ13409-83; ВИ. Втулка 6120-0354 ГОСТ13409-83;														
14																
Т15		ВИ. Втулка 6120-0355 ГОСТ13409-83; ВИ. Втулка 6143-0111 ГОСТ15937-70; ВИ. Втулка 6160-4047-01;														
16																
Т17		ВИ. Втулка 6160-4047-03; ВИ. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85; ВИ. Патрон 6251-0182 ГОСТ14077-78;														
18																
Т19		ВИ. Щітка ЩТР ОСТ17830-80; РИ. Зенківка 2353-0135 ГОСТ14953-80; РИ. Зенківка D32 2353-0133 ГОСТ14953-80;														
20																
Т21		РИ. Мітчик M10-7H 2620-1435.3 ГОСТ3266-81; РИ. Мітчик M16-1,5-7H 2620-1609.3 ГОСТ3266-81;														
22																
Т23		РИ. Мітчик M8-7H 2620-1221.3 ГОСТ3266-81; РИ. Свердло D14,5 2301-0048 ГОСТ10903-77;														
24																
Т25		РИ. Свердло D6,8 2301-0189 ГОСТ10903-77; РИ. Свердло D8,5 2301-0020 ГОСТ10903-77;														
26																
Т27		РИ. Цековка D32 2350-0778 ВК8 ГОСТ26258-87; СИ. Калібр 8150-5104; СИ. Калібр 8150-5105;														
28																
Т29		СИ. Калібр 8150-5114; СИ. Калібр 8150-5192; СИ. Калібр-пробка (M10-7H) 8221-3044.7H ГОСТ17758-72;														
30																

Дубл.																							
Взам.																							
Підп.																							
ТехноПро								Редуктор								11							
								КС6В-47.007															
								Корпус															
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції							Позначення документу											
Б	Код, найменування обладнання							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт					
Р	ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.												
T01 02	СИ. Калібр-пробка (M16-1,5-7H) 8221-3068.7H ГОСТ17758-72; СИ. Калібр-пробка (M8-7H) 8221-3036.7H ГОСТ17758-72;																						
T03 04	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; ПР. Накладний кондуктор 7358-4738;																						
T05 06	ПР. Накладний кондуктор 7358-4739.																						
A07 08	18		1		6		030		Радіально-свердлильна												0,62		1,86
B09 10	Радіально-свердлильний 2A544																						
T11 12	ПР. Пристрій для свердління																						
O13 14	1	Встановити, закріпити, зняти заготовку.																					
O15 16	2	Свердлити отвір в розмір D14,5H8.																					
P17 18	L=22 мм; t=7,2 мм; i=1; S-ручна; n=315 об/хв; V=14,24 м/хв; T <sub>0</sub> =0,7 хв.																						
O19 20	3	Замінити інструмент.																					
O21 22	4	Відкинути кондукторну плиту.																					
O23 24	5	Цекувати торець бобишки в розміри D32 мм, 1 мм.																					
P25 26	L=2,5 мм; t=1,6 мм; i=1; S-ручна; n=315 об/хв; V=31,65 м/хв; T <sub>0</sub> =0,1 хв.																						
O27 28	6	Замінити інструмент.																					
O29 30	7	Зенкувати фаску в розмір 1,6×45°.																					



ГОСТ 3.1404-86												Форма 1а			САПР						
Дубл.																					
Взам.																					
Підп.																					
ТехноПро												Редуктор								12	
												КС6В-47.007									
												Корпус									
A	Цех	Діл.	PM	Опер.	Код, найменування операції							Позначення документу									
B	Код, найменування обладнання							CM	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт			
P			ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.								
P01 02	L=2,6 мм; t=1,6 мм; i=1; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; T <sub>0</sub> =0,08 хв.																				
O03 04	8	Замінити інструмент.																			
O05 06	9	Нарізати різь в розмір M16×1,5-7H.																			
P07 08	L=27 мм; t=1,5 мм; i=1; S=1,5 мм/хв; n=160 об/хв; V=8,04 м/хв; T <sub>0</sub> =0,23 хв.																				
T09 10	ВИ. Втулка 6100-0146 ГОСТ13598-68; ВИ. Втулка 6120-0354 ГОСТ13409-83; ВИ. Втулка 6120-0355 ГОСТ13409-83;																				
T11 12	ВИ. Втулка 6143-0111 ГОСТ15937-70; ВИ. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85; ВИ. Патрон 6251-0182 ГОСТ14077-78;																				
T13 14	ВИ. Щітка ЩТР ОСТ17830-80; РИ. Зенківка 2353-0135 ГОСТ14953-80; РИ. Свердло D14,5 2301-0048 ГОСТ10903-77;																				
T15 16	РИ. Мітчик M16-1,5-7H 2620-1609.3 ГОСТ3266-81; РИ. Цековка D32 2350-0778 BK8 ГОСТ26258-87;																				
T17 18	СИ. Калібр-пробка (M16-1,5-7H) 8221-3068.7H ГОСТ17758-72; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.																				
A19 20	18	1	7	035	Радіально-свердлильна													0,5	1,1		
B21 22	Радіально-свердлильний 2A544																				
T23 24	ПР. Пристрій 7364-4335																				
O25 26	1	Встановити, закріпити, зняти заготовку.																			
O27 28	2	Завести оправку в отвір.																			
O29 30	3	Надіти цековку на оправку.																			
КТП																					

Дубл.																
Взам.																
Підп.																
ТехноПро				Редуктор								13				
										КС6В-47.007						
										Корпус						
A	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу						
B	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
P		П	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.				
O01 02	4	Цекувати отвір в розміри D14,5H8 мм, D32 мм.														
P03 04		L=4 мм; t=1,5 мм; i=4; S-ручна; n=315 об/хв; V=15,8 м/хв; T <sub>0</sub> =0,52 хв.														
O05 06	5	Вивести оправку з отвору.														
O07 08	6	Повторити переходи 2, 3, 4, 5 чотири рази.														
T09 10		ВИ. Втулка 6100-0146 ГОСТ13598-68; ВИ. Окуляри 012-72 ГОСТ12.6.013-85; ВИ. Щітка ЩТР ОСТ17830-80;														
T11 12		РИ. Цековка 2350-0779 ВК8 ГОСТ26258-87; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.														
A13 14	18	1   8   040   Слюсарна											0,5	2,6		
B15 16		Верстак слюсарний														
O17 18	1	Зачистити задири після свердління, зенкування і нарізання різі.														
T19 20		РИ. Напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80														
A21 22	18	1   9   045   Протирання											0,5	1,1		
B23 24		Верстак слюсарний														
O25 26	1	Протерти деталь ганчір'ям.														
M27 28 29 30		Ганчір'я ТУ 63-178-77-82														
КТП																

Дубл.			
Взам.			
Підп.			


ТехноПро				Редуктор						14
				КС6В-47.007						
				Корпус						

А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу				
---	-----	------	----	-------	----------------------------	--	--	--	--	----------------------	--	--	--	--

Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
---	------------------------------	--	--	--	----	-------	---	----	----	------	----	----	-----	-----	-----

Р		ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---	---	--------	--------

01																
02																
A03	18		1		9		050		Приймальний контроль					0,5		3,7
04																
B05									Стіл контролера ПР1466							
06																
O07	1								Перевірити якість обробки деталі візуальним оглядом.							
08																
O09	2								Провести контроль якості обробки поверхонь, точності виконання розмірів та форми згідно карти контролю.							
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-531.06.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	KPM 18-531.06.10	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		4	KPM 18-531.06.01	Гвинт	1	
		5	KPM 18-531.06.02	Шайба	1	
		6	KPM 18-531.06.03	Ручка	1	
		7	KPM 18-531.06.04	Гайка	1	
		8	KPM 18-531.06.05	Упор	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		Болт М6-6d×20.58.019		
				ГОСТ 7798-70	4	
		13		Гайка М12-7Н.5.019		
				ГОСТ 5915-70	2	

KPM 18-531.06.00					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Качалуба				
Перев.	Ткаченко				
Реценз.					
Н. контр.	Дячун				
Зав. каф.	Пилипець				
<b>Пристрій для фрезерування та свердління 4-х отворів Ø18 в деталі КС6В-47.007</b>			Літ.	Аркуш	Аркушіє
				1	2
			ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
		14		Гайка М24×1,5-6Н.5.019 ГОСТ 11871-80	2	
		15		Гвинт VM10-6g×25.14H.019 ГОСТ 1476-84	4	
		16		Гвинт VM6-6g×20.58.019 ГОСТ 1491-80	2	
		19		Шайба 12.65Г.019 ГОСТ6402-70	2	
		20		Шайба 12.01.08кп.019 ГОСТ 6958-78	2	
		22		Штифт 1626×70 ГОСТ 3128-70	1	
		23		Опора 7035-0295 ГОСТ 4084-68	2	
		27		Шпонка 7031-0607 ГОСТ 14737-89	2	
				KPM 18-531.06.00		Арк.
						2
Зм.	Арк.		№ докум.	Підпис	Дата	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-531.07.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	KPM 18-531.07.10	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	KPM 18-531.07.01	Притиск	4	
		4	KPM 18-531.07.02	Гвинт	4	
		5	KPM 18-531.07.03	Опора	2	
		6	KPM 18-531.07.04	Опора	2	
		7	KPM 18-531.07.05	Палець	1	
		8	KPM 18-531.07.06	Палець	1	
		9	KPM 18-531.07.07	Втулка	4	
		10				
				<u>Стандартні вироби</u>		
		13		Гайка М12-6Н.5.019		
				ГОСТ 5915-70	2	

KPM 18-531.07.00				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Качалуба		
Перев.		Ткаченко		
Реценз.				
Н. контр.		Дячун		
Зав. каф.		Пилипець		
Пристрій для фрезерування і розточування отворів в деталі КС6В-47.007				Літ.
				Аркуш
				Аркушів
				1
				2
ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61				



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-531.08.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	KPM 18-531.08.10	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	KPM 18-531.08.01	Пружина	1	
		3	KPM 18-531.08.02	Втулка передня	1	
		4	KPM 18-531.08.03	Втулка задня	1	
		5	KPM 18-531.08.04	Стакан	1	
		6	KPM 18-531.08.05	Кришка	1	
		7	KPM 18-531.08.06	Втулка	1	
		8	KPM 18-531.08.07	Кільце	1	
		9	KPM 18-531.08.08	Кільце	1	
		10	KPM 18-531.08.09	Гайка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		15		Гвинт М6-6g ×20.58.019		
				ГОСТ11738-72	3	

					<b>KPM 18-531.08.00</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Качалуба			<b>Пристрій для кріплення мітчиків М6, М8, М10</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ткаченко					1	2
Реценз.						<b>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</b>		
Н. контр.		Дячун						
Зав. каф.		Пилипець						



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-531.09.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	KPM 18-531.09.01	Ручка	1	
		2	KPM 18-531.09.02	Гвинт	1	
		3	KPM 18-531.09.03	Клин	1	
		4	KPM 18-531.09.04	Гвинт регулювальний	1	
		5	KPM 18-531.09.05	Пробка	1	
		6	KPM 18-531.09.06	Палець	1	
		7	KPM 18-531.09.07	Шаблон	1	
		8	KPM 18-531.09.08	Гвинт	1	
		9	KPM 18-531.09.09	Фіксатор	1	
		10	KPM 18-531.09.11	Вухо	1	
		11	KPM 18-531.09.12	Планка	1	
		12	KPM 18-531.09.13	Призма	1	
		13	KPM 18-531.09.14	Вісь	1	
		14	KPM 18-531.09.15	Тяга	1	
		15	KPM 18-531.09.16	Гайка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Гвинти ГОСТ1491-80		
		18		VM6-6g×20.58.019	2	
		19		VM6-6g×25.58.019	4	
		20		VM6-6g×40.58.019	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 18-531.09.00			
Розроб.		Качалуба			<b>Пристрій для контролю перпендикулярності осей отворів деталі КС6В-47.007</b>	Літ.	Аркуш	Аркуші
Перев.		Ткаченко					1	2
Реценз.						<b>ТНТУ, ФМТ, каф. ТМ, гр. МТмз-61</b>		
Н. контр.		Дячун						
Зав. каф.		Пилипець						

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Назва</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Примітка</i>
		21		<i>Шайба 6.01.08кп.019</i>		
				<i>ГОСТ 11371-78</i>	1	
		22		<i>Шайба 16.65Г.019</i>		
				<i>ГОСТ 6402-70</i>	1	
				<i>Штифти ГОСТ 3128-70</i>		
		23		<i>6т6×25</i>	2	
		24		<i>6т6×20</i>	1	
		25		<i>Шплінт 1,6×120.019</i>		
				<i>ГОСТ 397-79</i>	1	
						<i>Арк.</i>
						<i>2</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>КРМ 18-531.09.00</i>	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
		16		Гвинт <i>VM4-6g</i> ×12.58.019		
				ГОСТ 1491-80	3	
		17		Гвинт <i>M5-6g</i> ×10.58.019		
				ГОСТ 1478-75	3	
		19		Кільце <i>63 II 013</i>		
				ГОСТ2833-77	1	
		21		Шайба <i>4.65Г.019</i>		
				ГОСТ 6402-70	3	
		23		Кулька $\varnothing 15,88$		
				ГОСТ 3722-81	2	