

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: Проект дільниці механічного цеху для виготовлення
стакана ЖВМ 20.279 з аналізом програмних продуктів для
автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні

Виконав: студент 6 курсу, групи МТм-61
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

Банашко А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Васильків В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ткаченко І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Окіпний і.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *Інженерії машин, споруд і технологій*

Кафедра *технологій машинобудування*

Освітній ступінь *магістр*

Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

Спеціальність *131 Прикладна механіка*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *Пилипець М.І.*

« » _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Банашку Андрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проект ділянки механічного цеху для виготовлення
стакана ЖВМ 20.279 з аналізом програмних продуктів для
автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні*

Керівник проекту (роботи) *Васильків Василь Васильович, д.т.н.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « » 2019 року №

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Базовий ТП виготовлення деталі, програма випуску –
технічні умови (технологічні можливості підприємства)*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
*Аналітична частина, спеціальна частина, економічна частина, охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях, екологія, технологічна частина, конструкторська частина,
науково-дослідна частина, проектна частина, додаток з комплектом технологічної
документації*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
*ілюстративний матеріал до науково-дослідної частини.
креслення технологічних наладок, схема компоновки технологічного устаткування,
креслення кондуктора та 6-тишпindelної свердлильної головки*

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Економічна частина</i>			
<i>Екологія</i>			
<i>Охорона праці</i>			
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			
<i>Спеціальна частина</i>			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	<i>Аналітична частина</i>		
	<i>Науково-дослідна частина</i>		
	<i>Технологічна частина</i>		
	<i>Конструкторська частина</i>		
	<i>Спеціальна частина</i>		
	<i>Проектна частина</i>		
	<i>Економічна частина</i>		
	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		
	<i>Екологія</i>		
	<i>Графічна частина</i>		
	<i>Захист магістерської роботи</i>	23.12.2019	

Студент

(підпис)

Банашко А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Васильків В. В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних умов.....

1.2 Технічний контроль креслення ЖВМ 20.279.....

1.3 Дослідження технологічності конструкції деталі.....

1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

1.5 Актуальність дослідження програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні

1.6 Висновки та постановка задачі на дипломне проектування.....

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Класифікація та структура вхідних параметрів методів розрахунку режимів різання при свердлінні

2.2 Огляд програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні

2.3 Загальний алгоритм вибору програмного продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні

2.4 Приклад вибору програмного продукту розрахунку режимів різання при свердлінні для кафедри технології машинобудування ТНТУ імені Івана Пулюя

2.5 Висновки до розділу

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення типу та організаційної форми виробництва.....

3.2 Вибір способу отримання заготовки.....

3.3 Вибір технологічних баз.....

3.4 Розробка маршрутного та операційного технологічного процесу

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Банашко						
<i>Перевір.</i>		Васильків						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Пилипець						
						ТНТУ, каф. ТМ, гр.МТм-51		

механічної обробки деталі. Техніко-економічне обґрунтування	
3.4.1 Розробка технологічного маршруту обробки деталі.....	
3.4.2 Техніко-економічне обґрунтування вибраного варіанту механічної обробки деталі	
3.5 Визначення припусків та між операційних розмірів заготовки.....	
3.5.1 Розрахунок припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 58H9^{+0,074}$	
3.5.2 Розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні заготовки.....	
3.6 Вибір ріжучого та вимірювального інструментів	
3.7 Розрахунок режимів різання по операціях.....	
3.8 Вибір устаткування та його технічні характеристики.....	
3.8.1 Загальні вимоги до вибору устаткування	
3.8.2 Оброблювальний центр моделі OBM21.....	
3.9 Технічне нормування розробленого технологічного процесу	
3.10. Визначення кількості устаткування.	
3.11 Висновки до розділу.....	
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
4.1 Вибір пристосування для механічної обробки	
4.2 Розрахунок похибки встановлення деталі в кондукторі.....	
4.3 Розрахунок сили затиску при свердлінні.....	
4.4 Багатошпindelна свердлильна головка.....	
4.4.1 Вихідні дані розрахунку.....	
4.4.2 Вибір кінематичної схеми головки.....	
4.4.3 Визначення розмірів валиків, шпинделів та зубчастих коліс.....	
4.4.4 Розрахунок підшипників.....	
4.4.5 Перевірковий розрахунок на міцність.....	
4.4.6 Опис конструкції агрегатної головки.....	
4.5 Розробка спеціального ріжучого інструменту.....	
4.5.1 Визначення вихідних даних для розрахунку різця	
4.5.2 Розробка схеми конструкції ріжучого інструменту.....	
4.5.3 Розрахунок конструктивних елементів інструменту.....	

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5.4	Вимоги до конструкції різця.....
4.5.5	Опис конструкції різця.....
4.6	Розробка конструкції відливки.....
4.6.1	Вибір площини роз’ємну.....
4.6.2	Конструювання формоутворення внутрішньої порожнини заготовки та призначення ливарних нахилів.....
4.6.3	Термічна обробка заготовки. Очистка заготовки.....
4.6.4	Вимоги до виконання відливки.....
4.6.5	Контроль якості виконання заготовки.....
4.6.7	Розрахунок контрольних пристроїв.....
4.7	Висновки до розділу
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	
5.1	Структура і склад САПР.....
5.2	Методи проектування технологічних процесів виготовлення деталей з допомогою пакету прикладних програм „ТПП САПР”
5.3	Підготовка вихідної інформації.....
5.4	Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування ТП.....
5.5	Аналіз технологічного процесу отриманого за допомогою САПР ТП.....
5.6	Етапи розробки web-сайту інженера-механіка
5.7	Висновки до розділу
6 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ	
6.1	Уточнення розгорнутої програми виробництва на ділянці.....
6.2	Розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів.....
6.3	Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання.....
6.4	Вибір типу вантажопідйомних і транспортних засобів.....
6.5	Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху.....
6.6	Визначення кількісного складу працюючих на ділянці.....
6.7	Визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі.....

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6.8	Розробка компонувального плану цеху.....
6.9	Розробка плану розміщення обладнання.....
6.10	Висновки до розділу

7 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1	Методика обґрунтування економічної ефективності
7.2	Результати розрахунків
7.3	Висновки до розділу

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1.	Виявлення та аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів
8.2	Розробка заходів спрямованих на усунення факторів
8.2.1	Підвищений рівень шуму та вібрації
8.2.2	Підвищений рівень електромагнітних випромінювань
8.2.3	Підвищений рівень запиленості і загазованості повітря робочої зони
8.2.4	Підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів
8.2.5	Забезпечення пожежної та вибухово пожежної безпеки
8.2.6.	Мікрокліматичні умови на виробництві
8.2.7	Електричне освітлення в виробничих приміщеннях
8.2.8	Енергобезпека
8.3	Розрахунок заземлення
8.4	Рятувальні роботи в районах землетрусів, затоплення, повені
8.5.	Висновки до розділу

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1	Актуальність охорони навколишнього середовища.....
9.2	Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті реалізації проекту
9.3	Заходи по зменшенню забруднення довкілля
9.4	Висновки до розділу

Загальні висновки

Перелік посилань.....

Комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1401-86

Специфікації

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Деталі типу тіл обертання до яких належать стакани призначені для забезпечення взаємного розташування з потрібною точністю складальних одиниць та комплектуючих деталей у виробі. Вони повинні мати достатньо високу точність, шорсткість та вібростійкість. Найбільш поширеними технологічними операціями при виготовленні стаканів є фрезерування, свердління отворів, нарізання різей і розточування. У процесі технологічної підготовки виробництва важливе місце займає продуктивність і якість розрахунків режимів різання. Перший показник визначається обсягом охоплення початкових параметрів у методиці розрахунку, які впливають на такі режими. Багатоманітність програмних продуктів, які реалізують в автоматизованому режимі розрахунки на основі різних методик, ускладнює вибір конкретної методики. Тому розроблення технологічних процесів виготовлення деталей та підвищення ефективності проектних робіт на основі використання сучасних підходів і програмних продуктів є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень дипломної роботи.

Мета роботи: розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення стакана ЖВМ 20.279 з аналізом програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення стакану та програмні продукти для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні.

Методи виконання роботи: фундаментальні засади технології машинобудування і теорії різання, інформатики, теоретичної механіки, інженерної творчості. Розрахунки проведені шляхом використання сучасних математичних методів та обчислювальних засобів.

					<i>ДРМ 18-374.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Банашко</i>						3
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						
						<i>ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТм-61</i>		

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні нового ТП та проекту ділянки механічного цеху для виготовлення стакану ЖВМ 20.279 і виробленні рекомендацій щодо вибору програмного продукту для конкретного виробництва. Згадана технологія може бути впроваджена у виробництво.

Апробація. Окремі результати такої роботи доповідались на міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій” (Тернопіль, 27–28 листопада 2019 р.)”.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 9 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – арк. формату А4, графічна частина – аркушів формату А1

					<i>ДРМ 18-374.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва.

Аналіз технічних умов

Об'єктом дипломної роботи є стакан ЖВМ 20.279 масою 3,5 кг, який виконаний із низьколегованої конструкційної якісної сталі Ст45 ГОСТ1050-88.

На основі аналізу креслення деталі бачимо, що основними поверхнями, які реалізують службове призначення деталі є:

а) зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 100f9$, яка призначена для встановлення та центрування деталі у складальній одиниці;

б) внутрішні циліндричні поверхні $\varnothing 58H9$, $\varnothing 85U8$ які призначені для центрування і фіксації деталі типу «вал» у складальній одиниці.

До згаданих поверхонь також вказані додаткові вимоги щодо шорсткості поверхонь і які складають, відповідно 12,5 мкм, 3,2 мкм і 2,5 мкм за параметром Ra .

в) фаски (зовнішня і внутрішня) $1 \times 45^\circ$ і $2.5 \times 45^\circ$ призначені для полегшення складання комплектуючих вузла.

г) дві канавки з розмірами $\varnothing 95,3h9$ і шириною 4, $\varnothing 89$ і шириною 1,9 з вказаними параметрами шорсткості 2,5 мкм, 6,3 мкм за параметром Ra , для встановлення інших деталей вузла.

д) посадочні поверхні $\varnothing 85U8^{(-0.128)}_{(-0.178)}$, $\varnothing 100f9^{(-0.036)}_{(-0.125)}$, $\varnothing 58H9^{(-0.074)}$ для встановлення деталі.

е) шість отворів для кріплення деталі у вузлі $\varnothing 11$ під болти М10.

Інші поверхні формують конструкцію деталі і мають другорядне значення. До них немає спеціальних вимог щодо точності і шорсткості.

Методи кінцевої обробки та відповідні методи контролю відповідних технічних вимог щодо найвідповідальніших поверхонь представлено нижче у таблиці 1.1.

					ДРМ 18-374.00.00			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розробив	Банашко				АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Васильків							
Рецензент								
Н. контр.								
Затвердив	Пилипець							
						ГНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-51		

допусками, класи чистоти поверхонь, які обробляються. Допустимі відхилення від правильних геометричних форм, а також взаємного розташування поверхонь відповідають реальним вимогам. Креслення містить інформацію про матеріал деталі, масу деталі, та ін.

Таким чином, креслення містить усі необхідні елементи для створення повного та чіткого уявлення про деталь, що підлягає виготовленню.

1.3 Дослідження технологічності конструкції деталі

Конфігурація зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі не викликає значних труднощів, як при отриманні заготовки, так і при її механічному обробленні. Однак технічними труднощами відзначається технологія формування внутрішніх поверхонь. Проте, оскільки ці елементи визначаються конструктивними міркуваннями, тому зміна їх неможлива.

Загалом, деталь проста за конфігурацією (простота розміщення деяких поверхонь, особливо кріпильних отворів, а також висока жорсткість) і достатньо технологічна, існує можливість застосування багатоінструментального оброблення при зручному закріпленні та реалізації високопродуктивних режимів оброблення.

Кількісне порівняльне оцінювання технологічності виробу здійснимо за рядом відомих показників [1, 4, 9, 21].

Значення рівня технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення [21]:

$$K_{PT} = \frac{T_n}{T_{\bar{o}}}, \quad (1.1)$$

де T_n і $T_{\bar{o}}$ – відповідно досягнута і базова трудомісткості виготовлення виробу; $T_n = 0,147$; $T_{\bar{o}} = 0,68$;

$$K_{PT} = \frac{0,147}{0,68} = 0,216$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ДРМ 18-374.00.00

Величина коефіцієнту використання матеріалу [1]:

$$K = \frac{M}{M_m}, \quad (1.2)$$

де M – маса готової деталі, $M = 3,5$ кг; M_m – маса матеріалу, який витрачено на виготовлення деталі, $M_m = 4,2$ кг;

$$K = \frac{3,5}{4,2} = 0,833,$$

Значення рівня технологічності виготовлення за технологічною собівартістю [4]

$$K_{P.C.} = \frac{C_m}{C_{\bar{m}}}, \quad (1.3)$$

де C_m і $C_{\bar{m}}$ – відповідно досягнута і базова технологічні собівартості виробу, $C_m = 0,476$ грн.; $C_{\bar{m}} = 0,575$ грн.

$$K_{P.C.} = \frac{0,476}{0,575} = 0,828 \text{ грн.}$$

Інші коефіцієнти, які є характеристиками технологічності виготовлення деталі, змін не мають, позаяк умови роботи деталі не вимагають покращення якісних параметрів поверхонь у порівнянні з тими, які передбачені в базовому технологічному процесі. Зміна їх приведе до обґрунтованого зростання собівартості продукції та трудомісткості виготовлення.

1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Деталь стакан ЖВМ 20.279 за своєю конфігурацією не є складним для механічного оброблення. Позаяк значних динамічних і статичних навантажень він не несе, тому задовільним є вибір найбільш дешевого матеріалу деталі –

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ДРМ 18-374.00.00

Саме раціональні значення режимів різання в значній мірі визначають техніко-економічні показники виробництва за рахунок об'єднання в єдиній розрахунковій системі таких параметрів як стійкість і геометричні параметри ріжучого інструменту, подача і глибина різання, швидкість різання, характеристики фізико-механічних властивостей матеріалу.

Відомо, що під терміном «режими різання» [16] розуміють сукупність числових значень глибини різання, подачі і швидкості різання. Режими різання вважають раціональними, якщо процес обробки здійснюється з такими значеннями режимних параметрів, які дозволяють отримувати високі техніко-економічні показники. Режимні параметри взаємопов'язані, і тому не можна довільно змінювати значення хоча б одного з них, не змінюючи відповідним чином всіх інших. При виборі і призначення режимів різання необхідно проводити відповідне узгодження значень всіх параметрів з урахуванням можливості їх реалізації на використовуваному обладнанні [8]. Актуальним є необхідність врахування щонайбільшу кількість взаємно пов'язаних факторів, що забезпечує отримання раціонального результату для заданих технологічних умов.

1.6 Висновки та постановка задачі на дипломне проектування

Із аналізу існуючого технологічного процесу виготовлення деталі та її технологічності, визначились ряд позитивних елементів, які визначають можливість зміни існуючого процесу виготовлення на інший, частково відмінний від попереднього і більш продуктивніший та економніший.

Докорінне його перетворення на основі використання сучасних оброблюючи центів забезпечує оптимальні умови до зниження трудомісткості та підвищення якості і конкурентоспроможності, а також культури існуючого виробництва.

Крім цього, у процесі технологічної підготовки виробництва важливе місце займає продуктивність і якість розрахунків режимів різання. Перший показник

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

визначається обсягом охоплення початкових параметрів у методиці розрахунку, які впливають на такі режими. Багатоманітність програмних продуктів, які реалізують в автоматизованому режимі розрахунки на основі різних методик, ускладнює вибір конкретної методики. Тому розроблення технологічних процесів виготовлення деталей та підвищення ефективності проектних робіт на основі використання сучасних методик і програмних продуктів є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень дипломної роботи.

Зважаючи на викладене, задачами досліджень є:

- проаналізувати конструкцію стакана ЖВМ 20.279, його службове призначення, виконати аналіз його технологічності.
- вдосконалити ТП виготовлення заданої деталі, для якого вибрати необхідне устаткування, спроектувати спорядження, різальний та вимірювальний інструмент, розрахувати відповідні режими різання та норми часу;
- виконати техніко-економічне обґрунтування проектних рішень;
- розробити заходи щодо вирішення проблемних питань охорони праці, екології та безпеки життєдіяльності внаслідок реалізації розроблених технічних рішень;
- спроектувати ділянку механічного цеху для виготовлення стакана ЖВМ 20.279;
- провести аналіз програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Класифікація та структура вхідних параметрів методів розрахунку режимів різання при свердлінні

Відомо, що існують такі методи розрахунку режимів різання при свердлінні [20]:

- табличний;
- аналітичний (за допомогою нормативно-довідкової літератури);
- графоаналітичний;
- автоматизований, який реалізується на основі підставлення попередньо вибраних з довідників коефіцієнтів у відомі аналітичні залежності, які записані в документах різних програмних продуктів.

На основі системного аналізу [26] таких методів визначено, що важливими вихідними даними що враховують фактичні умови при розрахунку режимів різання при свердлінні є:

- марка матеріалу оброблюваної заготовки та його характеристики (твердість, границя міцності на розтяг σ_B , МПа). Класифікаційна група матеріалів, до якої належить матеріал оброблюваної заготовки (сплав на титановій основі, високоміцна сталь, жароміцна сталь, $\sigma_B > 1000$ МПа, $\sigma_B < 1000$ МПа);
- глибина оброблюваного отвору;
- марка матеріалу ріжучої частини інструменту (швидкорізальна сталь (P18, P9K5), твердий сплав (BK8) тощо)
- стан заточки інструменту (подвійне заточення й підточена перемичка, або ж одинарне заточування);

					ДРМ 18-374.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Банашко				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.	Васильків							14
Н. контр.					ТНТУ, гр. МТм-61			
Затв.	Пилипець							

- наявність охолодження та в окремих випадках його вид (емульсія тощо);
- довжина інструменту, яка впливає на його жорсткість (визначається співвідношенням його довжини до діаметру);
- - рівень жорсткості системи ВПД (недостатня, середня, мала);
- - необхідна точність отвору, яка визначає наявність необхідності у подальших технологічних операціях щодо його оброблення;
- вид отвору (глухий, наскрізний);
- орієнтовна стійкість інструменту для заданого діаметру;
- вид заготовки (лита, штампована);
- вид операції: власне свердління чи розсверлювання) (це важливо, бо, наприклад, при розсверлюванні отворів подачу, рекомендовану для свердління, збільшують щонайбільше в 2 рази у порівнянні з нормативним значенням).

2.2 Огляд програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні

Програма *KONCUT 'Расчет режимов механообработки'* [38, 39] дозволяє здійснювати необхідні розрахунки в модулі "KON2-Сверление" (<http://tins.YStii.nl>)

Уведення початкових даних здійснюють за такими групами:

- відомості про замовника,
- матеріал заготовки,
- інформацію про кінематику верстату (граничні значення величин частот і подач, кількість ступеней частот і подач, потужність двигуна, коефіцієнт корисної дії), ріжучий інструмент (матеріал, його геометричні параметри),
- техніко-економічні показники (наявність ЗОР, довжина обробки, стан поверхні).

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків вимагають їх візуального аналізу, так як вони подаються у вигляді варіантів значень частот обертання шпинделя, продуктивності верстату, собівартості оброблення і машинного часу у вигляді таблиці з відповідною графічною візуалізацією. Оптимальною вважають таку частоту обертання за якої продуктивність максимальна, а собівартість оброблення і вартість витрат на інструмент мінімальні. Як стверджує автор програмного продукту Калачьов О.Н. “коли екстремуми цільових функцій не збігаються, перевага віддається варіанту з мінімальною собівартістю обробки, а в разі, коли верстат лімітує роботу потокової лінії - варіанту, що забезпечує, - найбільшу продуктивність. При використанні дороговартісного ріжучого інструменту доцільно знизити частоту обертання шпинделя, мінімізувавши вартість витрат на інструмент”.

Автоматизована програма розрахунку режимів різання під час свердління, яка розроблена колективом авторів (Е. С. Дорофеева, В. О. Шевчугов, Г. В. Кочкина, Л. В. Зверинцева) описана у праці [27]. Вона створена в об'єктно-орієнтованому середовищі програмування Delfi 7.

Програма оснащена базами даних свердл згідно існуючих стандартів, номенклатури матеріалів заготовок та інструменту з відповідним набором їх фізико-механічних характеристик, дані про стійкість інструментів тощо. Існує можливість поповнення таких баз даних.

Програмний продукт дозволяє автоматично розрахувати подачу і швидкість обертання свердла, підрахувати технологічний час обробки.

Програма розрахунку режимів різання, яка розроблена Олександром Малигіним (<https://cadregion.ru/produkty/raschet-rezhimov-rezaniya.html>) базується на розрахунково-аналітичному методі з використанням наявної бази даних технологічного устаткування, яку можна поповнювати (рис. 2.1).

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

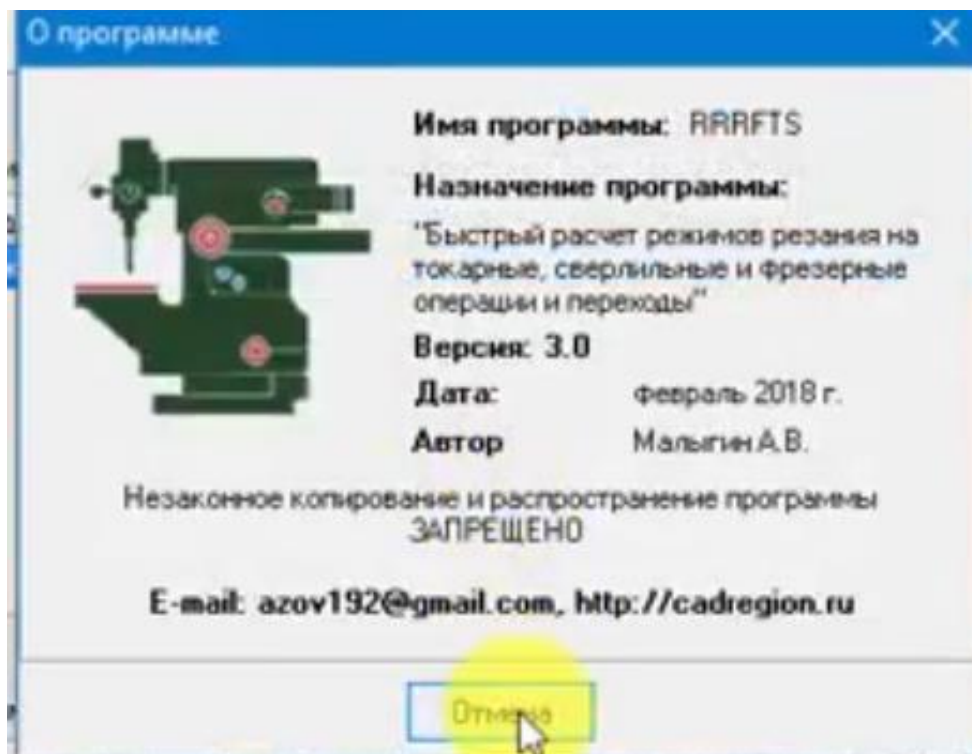


Рисунок 2.1 - Вікно опису даних про програмний продукт

В діалогових вікнах програмного продукту вводять відомості про виконавця розрахунків, дані про матеріал заготовки і ріжучої частини заготовки та технологічне устаткування (із обмеженого списку, який можна поповнювати), вибирають тип інструменту – лише спіральне свердло, вид і геометричні і якісні параметри отвору, інформацію про стан поверхні заготовки (рис. 2.2).

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сверление, зенкерование, развертывание - Редактирование записи

1. Номер операции, перехода:
 № оп.: 1 № пер.: 1

2. Данные об оборудовании:
 2.1. Модель оборудования: 2A150
 2.2. Износ станка:
 Новый станок
 Износ станка 10%
 Износ станка 20%
 Износ станка 30%
 Износ станка 40%
 Износ станка 50%
 Износ станка 60%
 2.3. Характер охлаждения: С охлаждением

3. Данные о режущем инструменте:
 3.1. Тип режущего инструмента: Сверло спиральное
 3.2. Материал режущего инструмента:
 Быстрорежущая сталь
 Твердый сплав
 T30K4
 BK8
 BK6
 BK3
 BK2
 TSK12B
 T14K8
 MPTC
 T15K6
 TSK10
 3.3. Форма заточки: Нормальная
 3.4. Главный угол в плане, град. 45

4. Данные об обрабатываемом отверстии:
 4.1. Вид отверстия: Сквозное
 4.2. Диаметр отверстия, мм: 12,000
 4.3. Качество: 12
 4.4. Длина отверстия, мм: 10,000
 4.5. Шероховатость Ra Rz:
 80,00 320,00
 40,00 160,00
 20,00 80,00
 10,00 40,00
 5,00 20,00
 2,50 10,00
 1,25 6,30
 0,63 3,20
 0,32 1,60
 4.6. Глубина резания, мм: 6,000
 4.7. Состояние поверхн. слоя: Без корки

Принять Отмена

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ, ТОКАРНЫХ И ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

- 1. Дата: 25.02.2018 9:48:02
- 2. Фамилия И.О.: Иванов И.И.
- 3. Номер детали: 12345
- 4. Материал детали: Сталь 35
- 5. Длина детали (наиб. габаритный размер): 400 мм
- 6. Диаметр (ширина) заготовки: 100 мм

№ оп.	№ пер.	Модель оборудования	Мощность	Режущий инструмент							Обработка поверхности					Режимы резания на переход								
				Наименов.	Диаметр	Z	Держ.	Вылет	Матер.	Длин.	Длина	Шир.	Квал.	Шерох.	Глуб.	Подана	Скор.	Част.	Силы резания	Мощн.	To			
№	№	С	№	ТР	DF	Z	Вкл	Лп	MP	D	L	B	T	Ra	r	So	Sz	Sm	V	л	Po	Pz	Nres	To
-	-	-	кВт	-	мм	шт	мм	мм	-	мм	мм	мм	мм	-	мм	мм/об	мм/з	мм/м	мм/мин	об/мин	H	H	кВт	мин
1	1	2A150	7,0	Сверло	12,00	-	-	-	TSK10	12,00	10,00	-	12	10,00	6,00	0,17	-	42,50	942	250,00	2445,25	-	0,30	0,44

Рисунок 2.2 - Загальний вигляд діалогових вікон для введення даних і виводу результатів розрахунку (<https://cadregion.ru/produkty/raschet-rezhimov-rezaniya.html>)

Зручністю у використанні вирізняється програмний продукт КОМПАС-АВТОПРОЕКТ [29] та ВЕРТИКАЛЬ [28] (рис. 2.3).

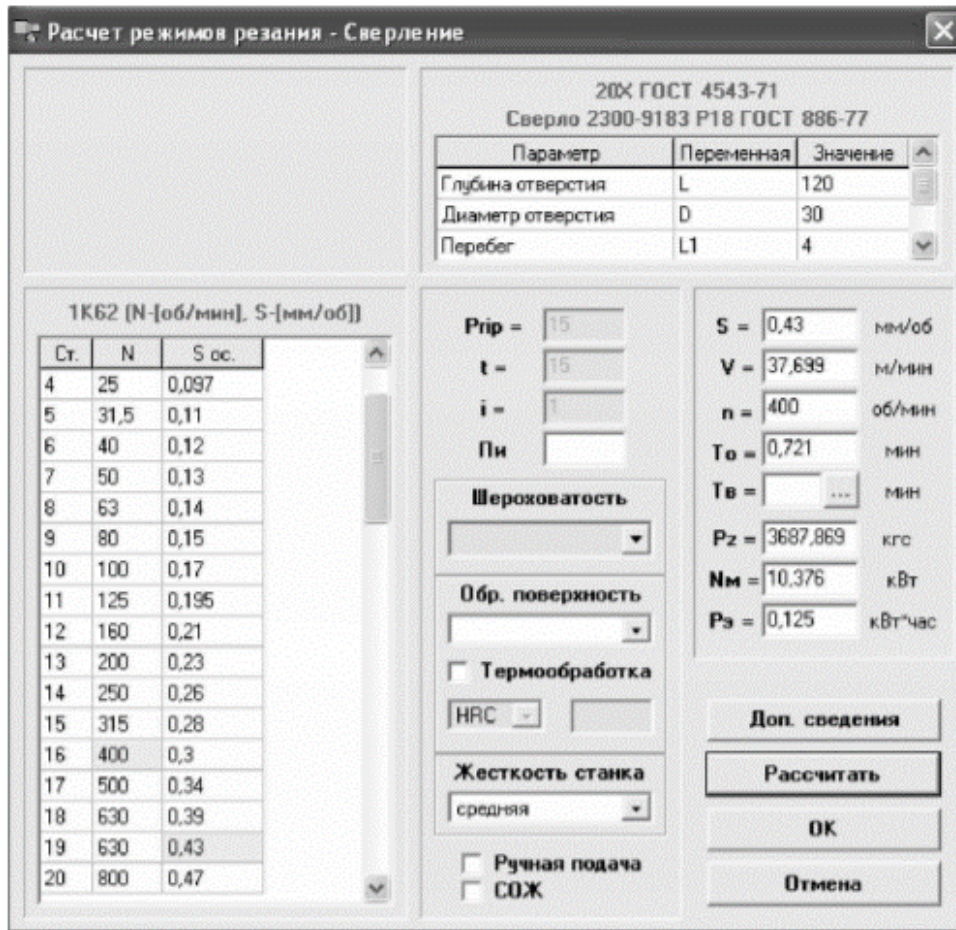


Рисунок 2.3 - Приклад діалогового вікна в програмному продукті Компас-Автопроект

Розрахунок режимів різання при свердлінні, який запропонований фірмою Sandvik Coromant (рис. 2.4-2.6), адаптований виключно на використання її власних інструментів. Особливістю є охоплення їх широкої номенклатури з відповідною графічною візуалізацією.

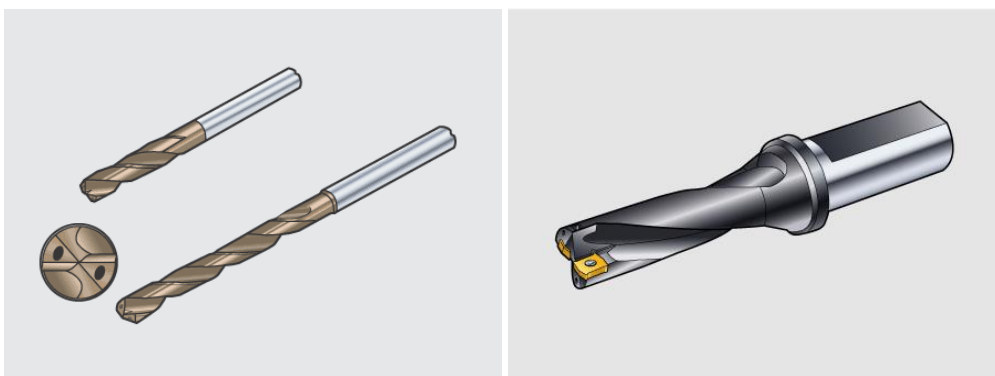


Рисунок 2.4 - Зразки графічних зображень різних видів інструментів (свердло з внутрішнім охолодженням, свердло зі змінними пластинами)

Марка сплава	Область применения по ISO						Режущий материал	Структура твёрдого сплава	Состав покрытия	Толщина покрытия	Цвет	
	P	M	K	N	S	H						
Цельные твёрдосплавные сверла/свёрла с напаянными твёрдосплавными пластинами												
GC1020	P20		K20	N20	S20	H20	HC	▲	PVD	Ti(C,N)+TiN	—	●
GC1210	P10		K10				HC	▲	PVD	AlCrN	—	●
GC1220	P20	M20	K20	N20	S30	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	●
K20		M30	K20	N15		K15	HC	▲	PVD	TiN	—	●
N20D				N20			HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	●
P20	P20						HC	▲	PVD	TiN	—	●
H10F	P25		K25	N20	S25		HW	▲				●
Свёрла со сменными твёрдосплавными пластинами												
GC1020	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	TiN	—	●
GC1044	P40	M35	K25	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	●
GC1120	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	Ti(C,N)	—	●
GC235	P40	M35					HC	▲	CVD	Ti(C,N)+TiN	—	●
GC1144		M35			S35		HC	▲	PVD	Оксид	—	●
GC2044		M35			S35		HC	▲	PVD	Оксид	—	●
GC3040	P20	M20	K20			H15	HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	●
GC4014	P15		K15				HC	■	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	●
GC4024	P25	M20	K20			H15	HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃	—	●
GC4034	P30	M30	K20				HC	▲	CVD	MT-Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN	—	●
GC4044	P40	M35	K20	N20	S35	H20	HC	▲	PVD	(Ti,Al)N	—	●
H13A		M20	K20	N20	S20		HW	▲				●

Рисунок 2.5 - Таблица инструментальных материалов для сверления

Сверление, Сверление коротких отверстий - Внутреннее охлаждение
coroguide.coromant.sandvik.com

Материал детали
Национальный стандарт: GOST
Обозначение: 06Ch18N10T
Твердость: 70 HB

Сплав пластины
1220

Рекомендации по режимам резания
 Мощность (Pc): 0.6 kW
 Сила подачи (Ff): 527 N
 Момент (Mc): 1.4 Nm
 Скорость съема металла (Q): 9 cm³/min
 Расход СОЖ (q): 0.7 l/min
 Вреня обработки на отверстие (t): 0.75 sec
 Глубина отверстия: 1.10 xDc

Параметры
 Диаметр сверления: 5 mm
 Глубина отверстия (L): 5.5 mm

vcMin - vcMax: 40 - 80
 Скорость резания (vc): 63 m/min
 Обороты шпинделя (n): 4011 об/мин
 fnMin - fnMax: 0.08 - 0.14
 Подача (fn): 0.11 mm/r
 Подача (vf): 441 mm/min

<< Назад Метрическая Дюйм Рассчитать

Рисунок 2.6 - Диалоговое окно для задания для розрахунку режимів різання при сверлінні

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програма «РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ СВЕРДЕЛ» (файл RRSver.exe) [30], яка розроблена в Таврійському державному агротехнологічному університеті (автори Тутинін Д.В., Пихтеева І.В) (рис. 2.7, 2.8) також відзначається рядом особливостей. На рис. 2.7 показано діалогове вікно програми у якому наведено параметри, які необхідно увести для проведення розрахунків. Особливістю програмного продукту є наявність блоку інформації про характеристики якості для різних видів обробки деталей осьовим інструментом.

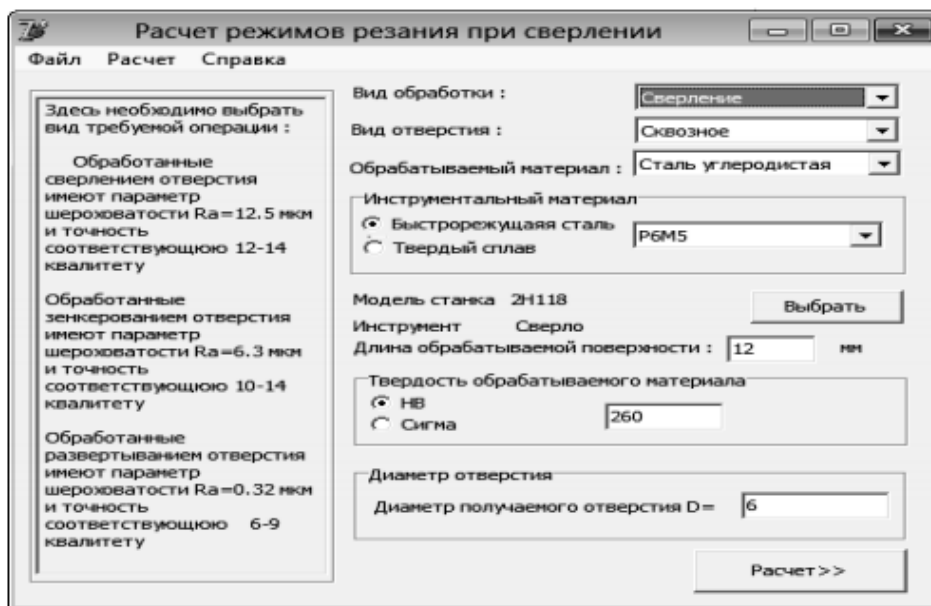


Рисунок 2.7 – Діалогове вікно уведення параметрів процесу обробки отворів.

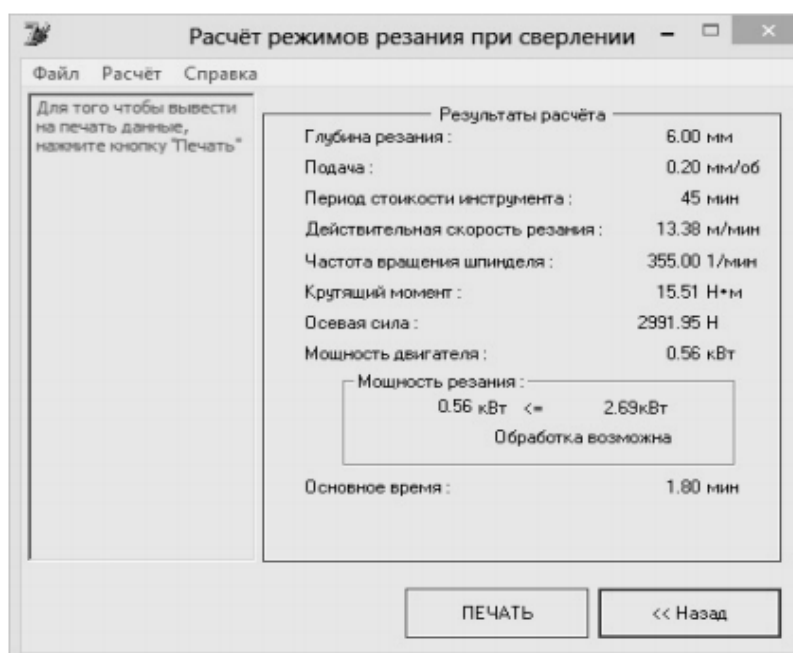


Рисунок 2.8 – Діалогове вікно зі списком розрахованих параметрів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Як відзначають автори, програмний продукт дозволяє здійснювати небобхідні розрахунки “навіть при відсутності у оператора базових знань з питань технології механічної обробки деталей вузлів сільськогосподарського призначення” (<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/2672>).

Відомі також програмні продукти для розрахунків режимів різання такі як «Технолог-2000» (автор - Мироненко И. Г.) [32], спеціальна програма, з якою можна ознайомитись за посиланням <http://www.twirpx.com/file/23952/> [33].

2.3 Загальний алгоритм вибору програмного продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні

Вибір програмного продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні можна здійснювати методом аналізу ієрархій (the Analytic Hierarchy Process, MAI) [34, 35] за допомогою системи MPRIORITY 1.0 для конкретних виробничих чи навчальних умов.

Для використання такого методу доцільно використовувати запропоновану нами ієрархічну структуру (рис. 2.9), яка об'єднує мету вибору, критерії та альтернативи, які будуть впливати на вибір рішення.

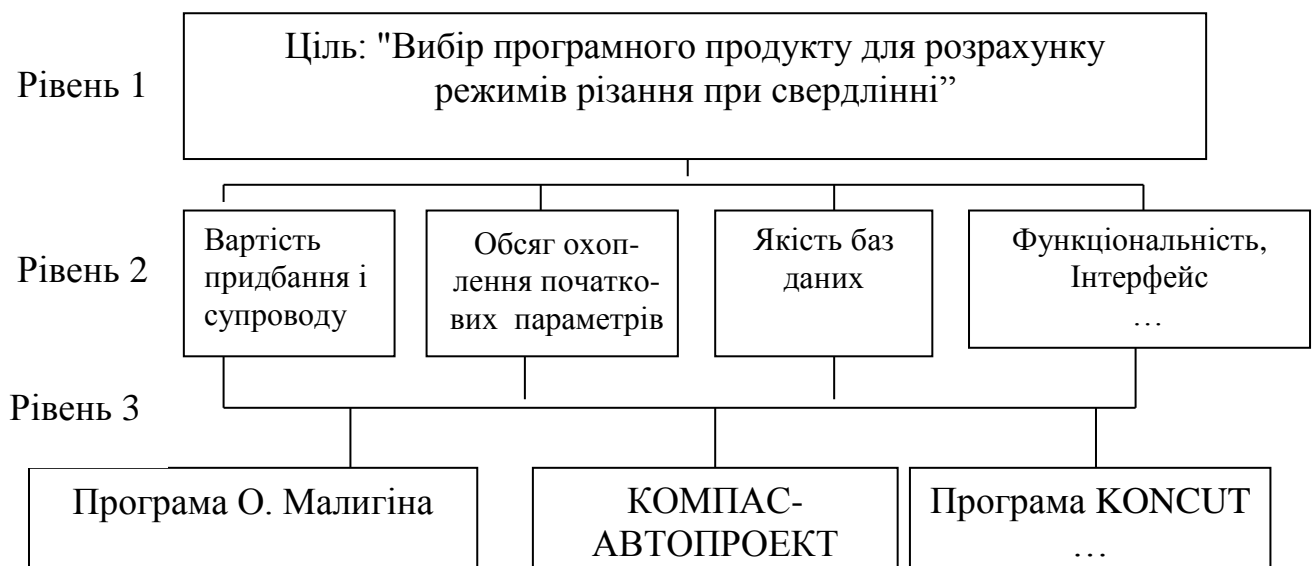


Рисунок 2.9. Фрагмент ієрархії проблеми вибору раціонального програмного продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні

Процедура розрахунків не складає особливих труднощів легко реалізується в автоматизованому режимі (рис. 2.10, 2.12).

При складання списку альтернати та критеріїв необхідно пам'ятати, що з метою отримання найменшої похибки у розрахунках, бажано використовувати оптимальне число Мюллера, тобто не більше 5-9 елементів на кожному із ієрархічних рівнів критеріїв та альтернатив.

Необхідно відзначити, що

Вибір найкращого програмного продукту можна здійснювати на основі використання теорії нечітких множин [40], однак в цьому випадку критерії вибору альтернатив програмних продуктів вважають рівнозначними за вагомістю.

2.4 Приклад вибору програмного продукту розрахунку режимів різання при свердлінні для кафедри технології машинобудування ТНТУ імені Івана Пулюя

Завдання: прийняття рішення з питання про придбання продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні. Потрібно з'ясувати, яке з запропонованих рішень буде найприйнятнішим.

Об'єктом дослідження є програмні продукти:

- Програма О. Малигіна;
- КОМПАС-АВТОПРОЕКТ;
- Програма KONCUT
за критеріями:
 - Ціна.
 - Інтерфейс.
 - Обсяг охоплення початкових параметрів (Об-ох_поч_пар).

Нижче показано діалогові вікна для порівняння програмних продуктів (рис. 2.11) за згаданими критеріями на основі шкали відносної важливості (рис.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.12).

Підсумковим результатом виконаних попарних порівнянь програмі MPRIORITY 1.0, є графік, що демонструє пріоритети технічних рішень. (рис. 2.13.).

Таким чином, за результатами експертного оцінювання програмних продуктів О. Малигіна; КОМПАС-АВТОПРОЕКТ та KONCUT за критеріями за ціни, обсягу охоплення початкових параметрів та інтерфейсу для кафедри технології машинобудування ТНТУ імені Івана Пулюя рекомендується придбати перший зі згаданих продуктів.



Рисунок 2.10. Алгоритм дій користувача та розрахунків у середовищі системи MPRIORITY 1.0 стосовно вибору раціонального програмного продукту для розрахунку режимів різання при свердлінні

Производим попарные сравнения относительно объекта

Цена

		1.	2.	3.	Приоритет
1.	Компас-авт.	1	1/5	1/2	0,1125
2.	Пр. Малигіна О.	5	1	5	0,7088
3.	Koncut	2	1/5	1	0,1786

СЗ: Применить

ИС: Закреть

ОС: Отмена

Производим попарные сравнения относительно объекта

Об_ох_поч_пар

		1.	2.	3.	Приоритет
1.	Компас-авт.	1	5	1	0,4545
2.	Пр. Малигіна О.	1/5	1	1/5	0,0909
3.	Koncut	1	5	1	0,4545

СЗ: Применить

ИС: Закреть

ОС: Отмена

Производим попарные сравнения относительно объекта

Интерфейс

		1.	2.	3.	Приоритет
1.	Компас-авт.	1	7	1	0,4666
2.	Пр. Малигіна О.	1/7	1	1/7	0,0666
3.	Koncut	1	7	1	0,4666

СЗ: Применить

ИС: Закреть

ОС: Отмена

Рисунок 2.11. Розподіл пріоритетів за ціною, обсягом охоплення початкових параметрів та інтерфейсом програмних продуктів для розрахунку режимів різання при свердлінні

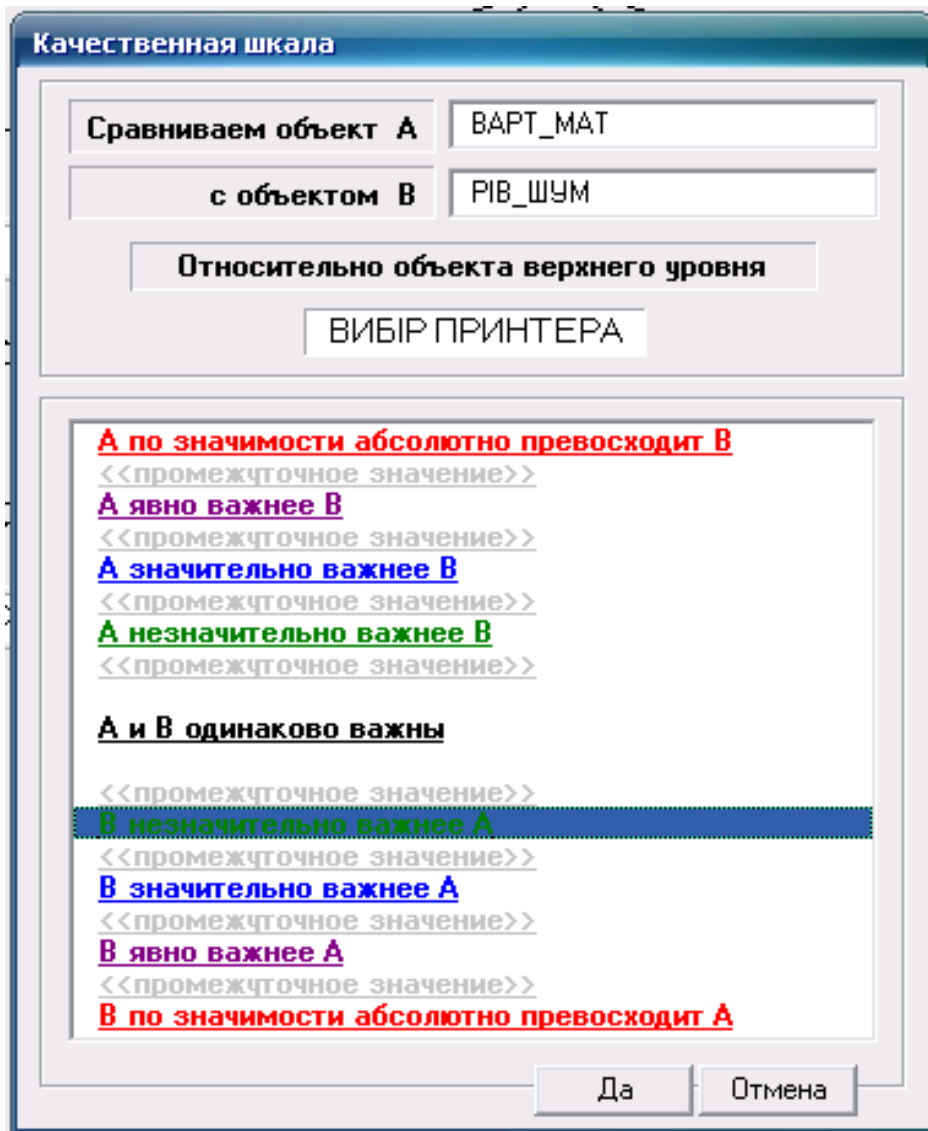


Рисунок 2.12. Шкала попарных порівнянь в режимі "Експерт" у програмному продукті MPRRIORITY 1.0

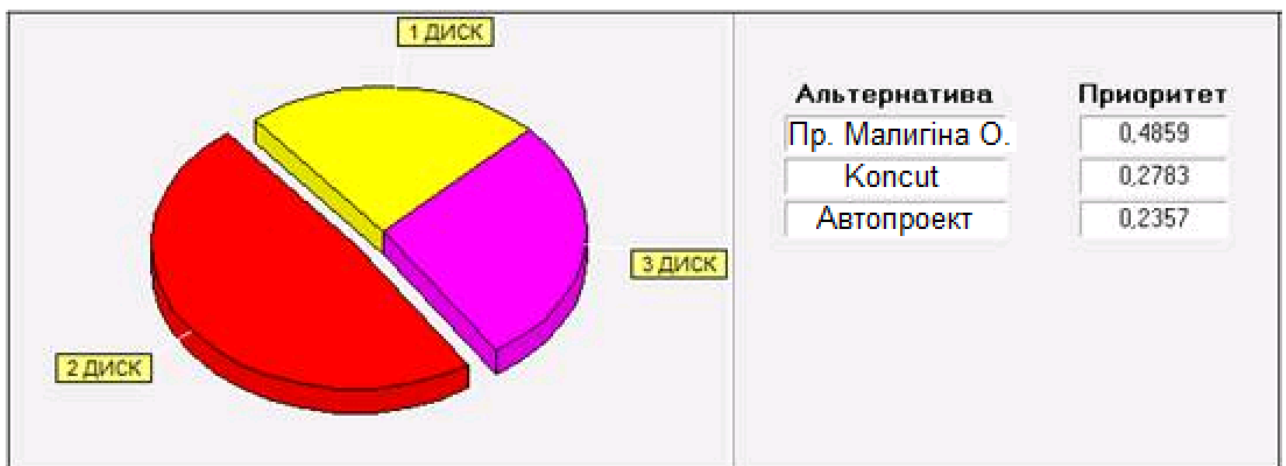


Рисунок 2.13. Підсумковий результат

2.5 Висновки до розділу

Проведено аналіз програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні. В результаті цього зроблено такі висновки.

1. Представлені на ринку програмні продукти з різною мірою враховують комплекс параметрів та умов, які впливають на режими різання.

2. Помітна тенденція до вдосконалення методик з метою охоплення все ширшого кола чинників та зв'язків між ними, які впливають на результуючі показники режимів різання з огляду на можливість реалізації високопродуктивних розрахункових процедур на основі використання значних масивів вихідних даних та їх оптимізації.

3. Одним із подальших напрямків вдосконалення автоматизованих методик розрахунку режимів різання є використання методу аналізу ієрархій для визначення пріоритетності впливу різних факторів на шуканий результат з огляду на технологічні можливості виробництва. За результатами експертного оцінювання програмних продуктів О. Малигіна; КОМПАС-АВТОПРОЕКТ та KONCUT за критеріями за ціни, обсягу охоплення початкових параметрів та інтерфейсу для кафедри технології машинобудування ТНТУ імені Івана Пулюя рекомендується придбати перший зі згаданих продуктів.

4. Автоматизований розрахунок режимів різання реалізується в середовищі: універсальних програмних продуктів (Mathematica, MathCAD, Microsoft Excel), спеціалізованих (так звані калькулятори) (KONCUT, програма Сергія Ковальова), онлайн-сервісів (Walter Machining Calculator) та як окремий модуль у структурі CAD/CAM/CAE-систем.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Як відомо, тип виробництва згідно ГОСТ 31108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, який визначають за формулою [23]

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (3.1)$$

де O – кількість операцій закріплених за одним робочим місцем;

P – кількість робочих місць.

Перший показник визначають так [23]

$$O = \frac{60F_M \eta_n R_e}{T_{шт.к} N_M}, \quad (3.2)$$

де F_M – місячний фонд часу роботи устаткування для 2-х змін, $F_M = 324,17$ годин [6];

η_n – нормативний коефіцієнт завантаження устаткування для випадку виконання усіх закріплених операцій, $\eta_n = 0,7$;

R_e – середній коефіцієнт роботи устаткування і виконання норм часу, $R_e = 1,3$;

N_M – місячна програма випуску деталей, $N_M = 4166$ деталей;

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляційний час.

Дані за останнім показником для існуючого ТП (заводського) наведені в таблиці 3.1.

Таким чином, показники кількості операцій закріплених за кожним робочим місцем є такими

					ДРМ 18-374.00.00			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Банашко				Технологічна частина	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Васильків							
Рецензент								
Н. контр.	Ткаченко							
Затвердив	Пилипець							
						ТНТУ, каф. ТМ, Група МТм-51		

$$005 \quad O_{p.m.1} = \frac{60 \cdot 324,17 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{4166,6 \cdot 3,92} = \frac{4,24}{3,92} = 1,08;$$

Таблиця 3.1 – Штучно-калькуляційний час за кожною операцією ТП

Операція	Назва операції	T, хв.
005	Токарна з ЧПК	3,92
010	Токарна з ЧПК	12,32
015	Токарна з ЧПК	8,9
020	Вертикально-сверлильна	0,84
025	Слюсарна	1,03

$$010 \quad O_{p.m.2} = \frac{4,24}{12,32} = 0,34;$$

$$015 \quad O_{p.m.3} = \frac{4,24}{8,9} = 0,47;$$

$$020 \quad O_{p.m.4} = \frac{4,24}{0,84} = 5,04;$$

$$025 \quad O_{p.m.5} = \frac{4,24}{1,03} = 4,11;$$

Усереднене значення коефіцієнта закріплення операцій визначають так

$$K_{з.о.} = \frac{O_{p.m.1} + O_{p.m.2} + O_{p.m.3} + O_{p.m.4} + O_{p.m.5}}{5}; \quad (3.3)$$

$$K_{з.о.} = \frac{1,08 + 0,34 + 0,47 + 5,04 + 4,11}{5} = 2,2$$

Згідно ГОСТ 3.1108-74 за умови $1 < K_{з.о.} \leq 10$ тип виробництва визначають як крупносерійний з програмою випуску 50000 шт.

3.2 Вибір способу отримання заготовки

Проаналізувавши конструктивні особливості та властивості матеріалу деталі (сталь 45) згідно даних креслення, та враховуючи можливість використання сталі 45л, приймаємо наступні можливі способи виготовлення

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки для деталі «Стакан»:

1. Лиття в кокіль (для сталі 45л ГОСТ 977-88);
2. Кування на ГKM (сталь 45 ДСТУ7809).

Кінцевий варіант приймаємо на основі результатів техніко-економічного розрахунку.

Для першого випадку точність відливки 6-7-9-2 згідно ГОСТ 26645-85, де позначено: 2 - ряд припусків, 9 - ступінь жолоблення, 7 - клас точності мас, 6 - клас точності розмірів.

Як відомо, вартість заготовки, яку отримують литтям в кокіль розраховують за формулою [7]:

$$C_B = 0,001[C_{БВ} \cdot M_B \cdot K_{ТЧ} \cdot K_{СВ} \cdot K_{МВ} \cdot K_{ПМВ} \cdot K_{СТ} \cdot (M_B - M) C_{ВХ}], \quad (3.4)$$

де $C_{БВ}$ – номінальна базова вартість однієї тонни відливок, $C_{БВ} = 8300$ грн. (зі сайту <http://www.infoprofil.ru>);

M_B - маса відливки, $M_B = 4,2492$ кг;

$K_{ПМВ}$ - коефіцієнт, що враховує програму річного випуску та масу, $K_{ПМВ} = 1$;

$K_{МВ}$ - коефіцієнт, що враховує марку матеріалу, $K_{МВ} = 1,2$;

$K_{ТЧ}$ - коефіцієнт точності розмірів, $K_{ТЧ} = 1,64$;

$K_{СВ}$ - коефіцієнт конструктивно-технологічної складності, $K_{СВ} = 0,81$;

M - маса деталі, $M = 3,5623$ кг;

$K_{СТ}$ - коефіцієнт зменшення товщини стінок відносно базової товщини, $K_{СТ} = 1,1$;

$C_{ВХ}$ - вартість однієї тонни відходів, $C_{ВХ} = 1730$ грн. (з сайту <http://www.infoprofil.ru>).

Підставивши дані у формулу (3.4) отримаємо вартість відливки:

$$C_B = 59,91 \text{ грн.}$$

Аналогічно вартість заготовки отримуваної куванням на горизонтально-кувальній машині [5]:

$$C_{П} = 0,001[C_{БП} \cdot M_{П} \cdot K_{ТК} \cdot K_{СК} \cdot K_{МК} \cdot K_{ПК} \cdot K_{ВК} \cdot (M_{П} - M) C_{ВХ}],$$

де $C_{БП}$ - базова вартість однієї тонни поковок, $C_{БП} = 7800$ грн. (з сайту <http://www.infoprofil.ru>);

$M_{П}$ - маса поковки, $M_{П} = 5,1762$ кг;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{ПК}$ - коефіцієнт, що враховує програму річного випуску, $K_{ПК} = 1,1$;

$K_{МК}$ - коефіцієнт, що враховує марку матеріалу, $K_{МК} = 1$;

$K_{ТК}$ - коефіцієнт точності розмірів, $K_{ТК} = 1,3$;

$K_{СК}$ - коефіцієнт конструктивно-технологічної складності, $K_{СК} = 0,99$;

$K_{ВК}$ - коефіцієнт, що враховує масу поковки, $K_{ВК} = 1,23$.

Підставивши далі у згадану формулу отримуємо вартість поковки:

$$C_{П} = 66,50 \text{ грн.}$$

Порівняльну економію основного матеріалу визначають так:

$$E_M = (M_{П} - M_{В})N, \quad (3,5)$$

де N - річна програма випуску, $N = 50000$ шт.

Тому

$$E_M = (5,1762 - 3,5623) \cdot 50000 = 80695 \text{ кг} = 80,6 \text{ т};$$

Порівняльну економію грошових коштів визначають так:

$$E_k = (C_{П} - C_{В})N. \quad (3.6)$$

Підставивши отримані раніше дані отримаємо:

$$E_k = (66,50 - 59,91) \cdot 50000 = 329500 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 - Техніко-економічні показники заготовок, які отримують за різними способами

Характеристики	Способи отримання заготовки	
	лиття в кокіль	кування на ГKM
Маса деталі, кг	3,5623	
Маса заготовки, кг	4,2492	5,1762
Коефіцієнт використання матеріалу	0,83	0,68
Вартість однієї заготовки, грн.	59,91	66,50
Економія металу, кг	80695	—
Економія коштів, грн.	329500	—

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі отриманих результатів (табл. 3.2) вважаємо кращим варіант отримання заготовки способом лиття в кокіль, позаяк коефіцієнт використання матеріалу є вищий, при даному способі у порівнянні з технологією кування на ГКМ. При цьому очікується значна економія коштів у сумі 329 тисяч 500 грн. у розрахунку на річну програму випуску.

3.3 Вибір технологічних баз

За основу вдосконалення ТП механічного оброблення стакана ЖВМ 20.279 вибрано необхідність повнішої реалізації принципу єдності і постійності баз згідно ГОСТ21495-76, який передбачає вибір схеми базування з найменшою похибкою базування, застосування принципів суміщення (суміщення базової, вимірювальної і складальної поверхонь) і постійності баз.

Як відомо, у випадку зміни бази протягом реалізації технологічного процесу точність обробки знижується внаслідок наявності похибки взаємного розміщення нових і раніше використовуваних базових поверхонь.

Для встановлення заготовки на першій операції механічної обробки використовуватимемо необроблювані чорнові базові поверхні. Зокрема такими базовими поверхнями на операції 005 Токарна з ЧПК: Установ I є поверхня стакана Ø100f9 і торець Ø100f9. При чому, цю чорнову базу використовуємо тільки один раз, так як повторне встановлення на необроблену поверхню може привести до значних похибок у взаємному розміщенні оброблених при цих установках поверхонь. Вибрана таким чином базова поверхня забезпечує рівномірний розподіл припуску при наступній обробці і найбільш точне взаємне розміщення оброблених поверхонь у готової деталі. На операції 005 Токарна з ЧПК: Установ II призначаємо поверхню стакана Ø155 і торець Ø64, а на Установ III призначаємо внутрішню поверхню стакана Ø85U8.

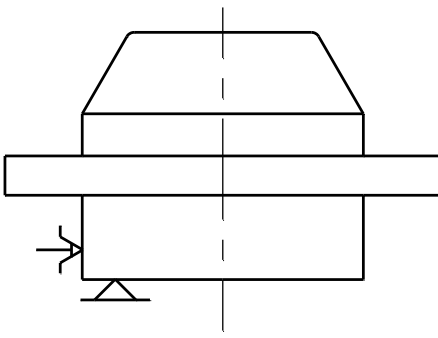
					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

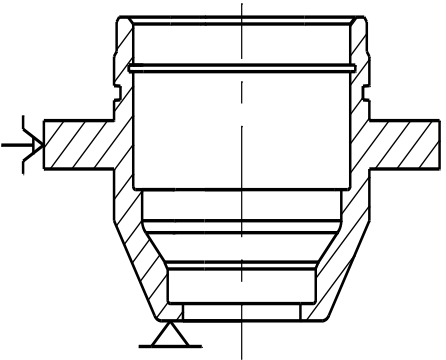
3.4 Розроблення маршрутного та операційного технологічного процесу механічного оброблення деталі. Техніко-економічне обґрунтування

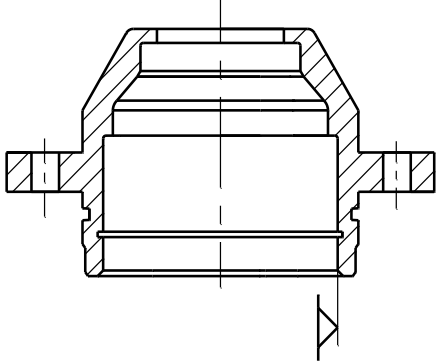
3.4.1 Розробка технологічного маршруту

На основі аналізу коефіцієнтів технологічності конструкції деталі (пункт 1.3) визначаємо новий, відмінний від базового варіант технологічного маршруту механічної обробки деталі. Проектний маршрут із деталізацією переходів у операціях представлений у таблиці 3.3, а базовий – детально розглянутий у пункті 2.1.

Таблиця 3.3 – Проектний зміст маршрутно-операційного складу механічної обробки деталі

№ оп.	Назва операції та її зміст	Оброблюв. поверхні	Базові поверхні	Назва устаткування	Теоретична схема базування
1	2	3	4	5	6
005	Токарна з ЧПК Установ I Позиція I 1. Підрізати торець Позиція II 2. Точити поверхню	S_1 P_1	P_2, C	Оброблювальний центр моделі OBM21	

Установ ІІ					
Позиція ІІІ					
3. Підрізати торець	C, C_2				
Позиція ІV					
4. Точити поверхню	$П_2$				
Позиція V					
5. Точити поверхню	B_1				
Позиція VI					
6. Розточити отвір	B_2, B_3				
Позиція VII					
7. Роточити отвір	D_1, D_2				
Позиція VIII					
8. Розточити фаску	B_1				
Позиція ІХ		$C_1, П_1$			
9. Розточити фаску	B_2				
Позиція X					
10. Підрізати торець	C, C_2				
Позиція XI					
11. Проточити поверхню	$П_2, B_3,$ B_4				
Позиція XII					
12. Проточити поверхню	$П_3$				
Позиція XIII					
13. Точити канавку	K				
Позиція XIV					
14. Розточити отвір	B_2, B_4				
Оброблювальний центр моделі ОВМ21					
					

Позиція XV 15. Розточити отвір	B_2				
Позиція XVI 16. Точити поверхню	D_1, D_2				
Позиція XVII 17. Точити фаску	B_2				
Позиція XVIII 18. Точити фаску	B_1				
Позиція XIX 19. Точити канавку	K_1				
Установ III Позиція XX 20. Сверлити одночасно 6 отворів	O	B_1	Оброблювальний центр	модель OBM21	

3.4.2 Техніко-економічне обґрунтування вибраного варіанту механічної обробки деталі

Розрахунок проводимо, використовуючи методології підручників [1, 16, 21, 24], враховуючи такі позначення: C – балансова вартість верстата, яка визначається як сума оптової ціни верстата і затрат на транспортування і монтаж, які сумарно складають 10-15 % від оптової ціни верстата, грн.; f – виробнича площа яку займає верстат, м²; R – сумарна ремонтна складність механічної та електричної частин верстата;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

M_y – встановлена потужність двигунів верстата, кВт; $m_{пр}$ – прийнята кількість верстатів на операції; M – коефіцієнт багатOVERстатності.

Базовий варіант технологічного процесу

Операція 005

Вихідні дані: устаткування – токарно-гвинторізний верстат мод 16К20Ф3;
 $C = 37904 \cdot 1,15 = 43589$ грн.; $f = 4,23 \cdot 1,9 = 8,037$ м²; $R = 35$; $M_y = 22$ кВт; $T_{ум} = 3,92$ хв; $m_{пр} = 4$; $M = 2$; розряд роботи – 2.

Величину часових зведених витрат визначимо за формулою [24]:

$$C_{н.з} = \frac{C_з}{M} + C_{ч.з.} + E_n \cdot (K_c + K_з), \quad (3.7)$$

де $C_з$ – основна і додаткова заробітні плати, а також нарахування на соцстрах оператору і наладчику за фізичний час роботи обслуговуваних машин, грн./год.;

$C_{ч.з.}$ – годинні затрати по експлуатації робочого місця, грн./год.;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень: для машинобудування $E_n = 0,2$;

K_c – питомі годинні капітальні вкладення у верстат, грн./год.;

$K_з$ – питомі годинні капітальні вкладення у будівлю, грн./год.;

Основну і додаткову заробітну плату, а також відрахування на соцстрах оператору і наладчику визначимо за формулою [7]:

$$C_з = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot R, \quad (3.8)$$

де, $C_{т.ф.}$ – годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду; $C_{т.ф.} = 0,438$ грн./год.;

R – коефіцієнт, який враховує заробітну плату наладчика; $R = 1,15$

$$C_з = 0,438 \cdot 1,53 \cdot 1,15 = 77,066 \text{ коп./год.}$$

Годинні затрати по експлуатації робочого місця визначимо за формулою [7]:

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot R_m, \quad (3.9)$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_{ч.з.}^{б.у.} = 43,9$ коп. – практичні скоректовані годинні затрати на базовому робочому місці;

$R_M = 0,9$ – машино-коефіцієнт, який показує у скільки разів затрати пов'язані з роботою даного верстата більші ніж аналогічні витрати у верстаті з базового ТП

$$C_{ч.з.} = 43,9 \cdot 0,9 = 39,51 \text{ коп./год.}$$

Капітальні вкладення у верстат і будівлі визначимо відповідно такт [16]

$$K_c = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot Ц \cdot m_{np}}{T_{um} \cdot N}; \quad (3.10)$$

$$K_з = \frac{F \cdot 75 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot m_{np}}{T_{um} \cdot N} \quad (3.11)$$

де F – виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів

$$F = f \cdot R_f, \quad (3.12)$$

де, $R_f = 2,5$ – коефіцієнт який враховує додаткову виробничу площу;

$$F = 8,037 \cdot 2,5 = 20,0925 \text{ м}^2;$$

$$K_c = \frac{6000 \cdot 8464 \cdot 4}{3.92 \cdot 50000} = 282 \text{ коп./год.};$$

$$K_з = \frac{20,0925 \cdot 6000 \cdot 4 \cdot 75}{3.92 \cdot 50000} = 50,25 \text{ коп./год.}$$

Таким чином величина годинних приведених затрат згідно формули (3.7):

$$C_{н.з.} = \frac{77,066}{2} + 39,51 + 0,2(282 + 50,25) = 144,5 \text{ коп./год.}$$

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції визначимо за формулою:

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_o = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{ум}}, {60}, \quad (3.13)$$

$$C_o = \frac{144,5 \cdot 3,92}{60} = 9,44 \text{ коп.}$$

Операції 010 і 015

Вихідні дані:

$T_{ум010} = 12,32 \text{ хв}; T_{ум015} = 6,9 \text{ хв}; m_{np010} = 4; m_{np015} = 2; M_{010} = M_{015} = 2.$, інші параметри аналогічні операції 005.

Розрахунок проводимо, використовуючи дані операції 005.

$$K_{c010} = \frac{6000 \cdot 8464 \cdot 4}{12,32 \cdot 50000} = 322,5 \text{ коп./год.};$$

$$K_{c015} = \frac{6000 \cdot 8464 \cdot 2}{8,9 \cdot 50000} = 317,4 \text{ коп./год.};$$

$$K_{з010} = \frac{20,095 \cdot 75 \cdot 6000 \cdot 4}{12,32 \cdot 50000} = 57,5 \text{ коп./год.};$$

$$K_{з015} = \frac{20,095 \cdot 75 \cdot 6000 \cdot 2}{8,9 \cdot 50000} = 56,6 \text{ коп./год.};$$

$$C_{п.з010} = 38,54 + 39,51 + 0,2 \cdot (322,5 + 57,5) = 154,1 \text{ коп/год.};$$

$$C_{п.з015} = 38,54 + 39,51 + 0,2 \cdot (317,4 + 56,6) = 152,85 \text{ коп/год.};$$

$$C_{o010} = \frac{154,1 \cdot 12,32}{60} = 31,6 \text{ коп.};$$

$$C_{o015} = \frac{152,85 \cdot 8,9}{60} = 22,67 \text{ коп.}$$

Операції 020

Вихідні дані: устаткування – верстат мод 2Н135; Ц = 18122 1,5 = 27184 грн.;

$f = 2,445 \cdot 1 = 2,445 \text{ м}^2; R = 31; M_y = 4 \text{ кВт}; T_{ум020} = 0,84 \text{ хв}; T_{ум025} = 5,7 \text{ хв}; M = 1; m_{np020} = 1;$

$m_{np025} = 2;$

розряд роботи – 3.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_m = \left(\frac{4,43 \cdot 41,8 \cdot 10^3}{1000} + 0,97 \cdot 44 + 0,53 \cdot 3,3 \right) \frac{1}{20} = 10,9;$$

$$C_{ч.з.} = 43,9 \cdot 10,9 = 478,5 \text{ коп./год.};$$

$$K_c = \frac{6000 \cdot 41800}{2,94 \cdot 50000} = 1706,1 \text{ коп./год.};$$

$$C_{н.з.} = 73,7 \cdot 478,5 + 0,2(1706,1 + 51,15) = 903,65 \text{ коп./год.};$$

$$C_o = 903,65 \cdot 2,94 / 60 = 44,27 \text{ коп.}$$

Загальна вартість механічного оброблення для варіанту:

$$C_{оп} = 44,27 \text{ коп.}$$

Приведену річну економію застосування проектного варіанту у порівнянні з базовим визначимо так:

$$\mathcal{E} = (C_{об} - C_{оп})N, \quad (3.15)$$

$$\mathcal{E} = (66,55 - 44,27) \cdot 5 \cdot 10^4 = 11140 \text{ грн.}$$

3.5 Визначення припусків та міжопераційних розмірів заготовки

Як відомо, у порівнянні з дослідно-статистичним методом, розрахунково-аналітичний забезпечує економію матеріалу (від 6 до 15 % чистої ваги деталі), а також зниження парцелісткості процесів механічного оброблення, зменшення витрат ріжучого інструмента.

Розрахунок припусків здійснюють, використовуючи такі залежності:

а). асиметричний мінімальний припуск при послідовній обробці протилежних поверхонь [1]:

$$z_{i\min} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + E_i, \quad (3.16)$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б). симетричний мінімальний припуск при паралельній обробці протилежних поверхонь [1]:

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + E_i), \quad (3.17)$$

в). симетричний мінімальний припуск при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь обертання [1]:

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}), \quad (3.18)$$

де, $R_{z_{i-1}}$ - висота мікронерівностей поверхні згідно ГОСТ2309-72 на попередньому переході;

T_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару, отриманого на попередньому переході;

ρ_{i-1} – сумарне значення просторових відхилень взаємозв'язаних поверхонь, яке залишилося після виконання попереднього переходу;

E_i – похибка установки заготовки на верстаті у виконуваному переході.

2.5.1 Розрахунок припусків і допусків на обробку отвору $\text{Ø}58\text{H}9^{(+0,074)}$

Схема базування заготовки при обробці даного отвору представлена у пункті 3.4.1.

Сумарне значення просторових відхилень визначимо за формулою [1]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (3.19)$$

де $\rho_{\text{кор}}$ – величина остаточного короблення заготовки;

$\rho_{\text{см}}$ – величина остаточного зміщення осі отвору.

Величину короблення ливарної заготовки визначимо за формулою:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\kappa} \cdot D, \quad (3.20)$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де D – максимальний діаметр заготовки; $D = 155$ мм;

Δ_k – питоме значення короблення, $\Delta_k = (0,7 \div 1,0)$ мкм/мм [1]

$$\rho_{кор} = (0,7 \div 1,0) \cdot 155 = 108,5 \div 155 \text{ мкм}$$

Приймаємо $\rho_{кор} = 140$ мкм.

Величину остаточного короблення після технологічних переходів визначимо за формулою [1]:

$$\rho_{ікко} = R_{yi} \cdot \rho_{кор}, \quad (3.21)$$

де R_{yi} – коефіцієнт уточнення форми; згідно даних [1] значення цього коефіцієнта для відповідних методів обробки:

- а) для чорнового розточування $R_{y1} = 0,06$;
- б) для чистового розточування $R_{y2} = 0,05$;

Таким чином величина остаточного короблення рівні:

а) після чорнового розточування:

$$\rho_{1кор} = 0,06 \cdot 155 = 9,3 \text{ мкм};$$

б) після чистового розточування

$$\rho_{2кор} = 0,05 \cdot 155 = 7,7 \text{ мкм};$$

Зміщення стержнів, формуючих отвір і внутрішні поверхні приймаємо рівними допуску на номінальний розмір від осі отвору [1]. Для точності відливки 6-7-9-2 ГОСТ 26645-85 допуск $\delta = \pm 0,4$ мм, тому $\rho_{см} = \delta = 400$ мкм.

Величину зміщення осі після технологічних переходів визначимо за формулою:

$$\rho_{см} = R_{yi} \cdot \rho_{см}, \quad (3.22)$$

де, $R_{y1} = 0,05$; $R_{y2} = 0,005$; $R_{y3} = 0,002$ [6]

Таким чином зміщення осі отвору рівні:

а) після чорнового розточування

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{cm} = 0,05 \cdot 400 = 20 \text{ мкм};$$

б) після чистового розточування

$$\rho_{cm} = 0,005 \cdot 400 = 2 \text{ мкм};$$

Таким чином сумарні просторові відхилення згідно формули (3.18) рівні:

а) для поверхні відливки

$$\rho_0 = \sqrt{140^2 + 400^2} = 423 \text{ мкм};$$

б) після чорнового розточування

$$\rho_1 = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25 \text{ мкм};$$

в) після чистового розточування

$$\rho_2 = \sqrt{12^2 + 2^2} = 13 \text{ мкм};$$

Похибку установки для випадку багатопозиційного оброблення визначимо за формулою [21]:

$$E = \sqrt{E_\delta^2 + E_s^2 + E_n^2}, \quad (3.23)$$

де, E_δ – похибка базування;

E_s – похибка закріплення;

E_n – похибка положення заготовки.

Отже, для технологічних переходів:

а) чорнового розточування

$$E_1 = \sqrt{650^2 + 100^2 + 50^2} = 660 \text{ мкм},$$

де $E_\delta = 650$ мкм; $E_s = 100$ мкм; $E_n = 50$ мкм [1];

б) чистового розточування

$$E_2 = \sqrt{0^2 + 0^2 + 50^2} = 50 \text{ мкм},$$

де згідно [6] $E_\delta = 0$ мкм; $E_s = 0$ мкм, оскільки оброблення здійснюється з однієї установки; $E_n = 50$ мкм;

Визначаємо розрахункові мінімальні значення припусків для переходів,

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуючи формулу (3.17):

а) для чорнового розточування

$$2z_{\min 1} = 2(R_0 + T_0 + \sqrt{\rho_0^2 + E_1^2}) = 2 \cdot (600 + \sqrt{423^2 + 660^2}) = 2816 \text{ мкм},$$

де $R_{z0} + T_0 = 600 \text{ мкм}$ [1];

б) чистового розточування

$$2z_{\min 2} = 2(R_{z1} + T_1 + \sqrt{\rho_1^2 + E_2^2}) = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{25^2 + 50^2}) = 512 \text{ мкм},$$

де $R_{z1} = 100 \text{ мкм}$, $T_1 = 100 \text{ мкм}$;

Використовуючи результати даних розрахунків, в автоматизованому режимі проводимо розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку заданого отвору. Результати розрахунків представлені у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходах на оброблення отвору $\varnothing 58H9 \text{ мм}$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 120^{+0,022}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ξ				d min	d max	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{np \max}$
Заготовка	300	300	423	0	0	55,08	400	55,58	55,98	0	0
Чорнове розточ	100	100	25	660	2766	58,758	350	58,538	58,758	2816	2866
Чистове розточ	10	20	13	50	512	58,846	140	58,846	58,946	512	722
Всього										3328	3588

Перевірка правильності розрахунків виконується за формулою:

$$\delta_s - \delta_o = 2Z_{0(\min)}, \quad (3.24)$$

де δ_s , δ_o – допуски відповідно заготовки та деталі $\delta_s = 400 \text{ мкм}$, $\delta_o = 140 \text{ мкм}$
 $400 - 140 = 3588 - 3328 = 260 \text{ мкм}$,

Отже, розрахунки виконані правильно.

					ДРМ 18-374.00.00						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3.5.2 Розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні заготовки

Враховуючи те, що точність заготовки 6-7-9-2 ГОСТ 26645-85, розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні виконуємо по нормативним таблицям цього ГОСТу. Результати розрахунків представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні відливки точності 6-7-9-2 ГОСТ 26645-85 (розміри в мм)

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск	Новий розмір
		табличний	розрах.		
Отвір	58H9	2·1,8	2·1,5	± 0,64	55 ± 0,64
Отвір	46	2·1,4	–	± 0,58	43,2 ± 0,58
Отвір	78	2·1,5	–	±0,70	75 ± 0,70
Отвір	85U8	2·1,5	–	± 0,70	82 ± 0,70
Вал	155	2·1,5	–	± 0,70	158 ± 0,70
Вал	100f9	2·1,5	–	± 0,70	103 ± 0,70
Торець	88	2·1,5	–	± 0,70	91 ± 0,70
Торець	14	1,3	–	±0,44	15,3 ± 0,44

3.6 Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

При виборі типу і конструкції різального інструменту слід враховувати характер виробництва, метод обробки, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки.

Вибір методів та засобів технічного контролю базується на забезпеченні заданих показників процесу контролю й аналізі затрат на його реалізацію у встановлений проміжок часу при встановленій якості виробів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Ріжучий та вимірювальний інструмент на операції технологічного процесу механічної обробки деталі

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Інструмент	
		ріжучий	вимірювальний
1	2	3	4
	005 Токарна з ЧПК Установ I Позиція I		Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 згідно ГОСТ 166-80
	Позиція II	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 згідно ГОСТ 166-80
	Установ II Позиція III	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 згідно ГОСТ 166-80
	Позиція IV	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 згідно ГОСТ 166-80
	Позиція V	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 згідно ГОСТ 166-80
	Позиція VI	Різець спеціальний розточний ротаційний BK8 ДРМ 18-374.06.00	Штангенциркуль ШЦ -II-250-0,5 ГОСТ 166-80
	Позиція VII	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -II-250-0,5 ГОСТ 166-80
		Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -II-250-0,5 ГОСТ 166-80

						ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
	Позиція VIII	Різець 2102-0315 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -II-250-0,5 ГОСТ 166-80
	Позиція IX	Різець 2102-0316 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -II-250-0,5 ГОСТ 166-80
	Позиція X	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 ГОСТ 166-80
	Позиція XI	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Скоба (Ø 100) 8113- 0294 ГОСТ 16776-71
	Позиція XII	Різець 2102-0315 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль 8700-4025-06
	Позиція XIII	Різець канавочний 2128- 4329	Шаблон 8153-4103
	Позиція XIV	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Пробка (Ø 85) 8136- 0015U8 ГОСТ 14815- 69 Пробка (Ø 85) 8136-0115U8 ГОСТ 14816-69
	Позиція XV	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Пробка (Ø 58) 8136-0003 ПР ГОСТ 14815-69 8136-013 НЕ ГОСТ

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Позиція XVI	Різець 2102-0311 ГОСТ 21151-75	14816-69 Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 ГОСТ 166-80
	Позиція XVII	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 ГОСТ 166-80
	Позиція XVIII	Різець 2102-0311 згідно ГОСТ 21151-75	Штангенциркуль ШЦ -I-125-0,1 ГОСТ 166-80
	Позиція XIX	Різець канавочний 2128- 4309	Шаблон 8153-4037-01
	Установ III		
	Позиція XX	Сверло ($\varnothing 11$) 2301-0034 згідно ГОСТ 10903-77	Калібр на розташування 6 отв. 8150-4844 ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-80

Необхідно відзначити, що перед реалізацією ТП усі засоби контролю повинні пройти державні випробування згідно з вимогами ГОСТ 8.001-80 та бути визнані придатними за результатами метрологічної експертизи у відповідності до ГОСТ 8.002-76.

3.7 Розрахунок режимів різання по операціях

Підрізати торець $\varnothing 100f9 \begin{pmatrix} -0,128 \\ -0,178 \end{pmatrix}$ на прохід начисто. Устаткування – оброблювальний центр OBM21.

Швидкість різання визначимо за формулою [2]:

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v = \frac{C_v}{T_m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (3.25)$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v = 420$;

T – стійкість інструменту, $T = 60$ хв;

t – глибина різання, $t = 1$ мм;

S – подача; $S = 0,06 \div 0,25$ мм/об, приймаємо $S = 0,2$ мм/об;

x, y, m – показники степені; $x = 0,15, y = 0,20, m = 0,20$;

K_v – уточнюючий коефіцієнт:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{2v}, \quad (3.26)$$

де K_{Mv} – уточнюючий коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу [2]:

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v}, \quad (3.27)$$

де n_v – показник степеня; $n_v = 1,75$

$$K_{Mv} = 0.85 \left(\frac{750}{598} \right)^{1,75} = 1,263$$

$K_{Пv}$ – уточнюючий коефіцієнт який враховує вплив стану поверхні заготовки, $K_{Пv} = 0.85$;

K_{Uv} – уточнюючий коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу, $K_{Uv} = 1.0$;

$K_{\varphi v}, K_{\varphi 1v}, K_{2v}$ – коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів різця, $K_{\varphi v} = 1,2, K_{\varphi 1v} = 0,97, K_{2v} = 1,0$;

$$K_v = 1.263 \cdot 0.85 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 0.97 \cdot 1.0 = 1,250$$

$$v_p = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0,2^{0.2}} \cdot 1,250 = 78.5 \text{ м/хв.}$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова кількість обертів шпинделя визначається за формулою

$$n_p = \frac{1000v_p}{\pi D}, \quad (3.28)$$

де D – діаметр обробки; $D = 100$ мм

$$n_p = \frac{1000 \cdot 78.5}{\pi 100} = 250 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 250$ об/хв. Тоді дійсна швидкість різання

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 78.3 \text{ м/хв.}$$

Силу різання визначимо за формулою [2]:

$$P_z = 10 \cdot c_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (3.29)$$

де C_p – коефіцієнт, $C_p = 200$;

x, y, n – показники степені; $x = 1,0, y = 0,75, n = 0$;

K_p – добуток уточнюючих коефіцієнтів, які враховують вплив геометричних параметрів різця:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{\nu_p}, \quad (3.30)$$

Де $K_{M_p} = (\sigma_v / 750)^n = (598 / 750)^{0,4} = 0,91$; $K_{\varphi_p} = 1,08$; $K_{\gamma_p} = 1,15$; $K_{\lambda_p} = 1,0$; $K_{\nu_p} = 1,0$

$$K_p = 0,91 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,130$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 78,3^0 \cdot 1,130 = 655,4 \text{ Н}$$

Потужність різання визначимо за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (3.31)$$

$$N = \frac{655,4 \cdot 78,3}{1020 \cdot 60} = 0,83 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність приводу визначається за формулою:

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Nn = \frac{N}{\eta}, \quad (3.32)$$

де η – ккд, $\eta = 0,8 \div 0,85$. Приймаємо 0,8;

$$Nn = \frac{0,83}{0,8} = 1,03 \text{ кВт}$$

Механічний час обробки визначимо за формулою [16]:

$$T_M = \frac{l_1 + l_2 + l}{n \cdot S}, \quad (3.33)$$

де l_1, l_2 – відповідно довжини врізання та перебігу інструменту; $l_1 = 6$ мм, $l_2 = 6$ мм (налагодні величини), l – довжина різання:

$$l = 0,5(D - d), \quad (3.34)$$

де D, d – відповідно максимальний та мінімальний діаметри обробки; $D = 100$ мм, $d = 85$ мм;

$$l = 0,5(100 - 85) = 7,5 \text{ мм};$$

$$T_M = \frac{6 + 6 + 7,5}{250 \cdot 0,2} = 0,39 \text{ хв.}$$

Тривалість основного (технологічного) часу обробки визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (3.35)$$

де $L = l + l_1$;

$l = 75$ - довжина поверхні, яка обробляється;

$l = 1,5$ - довжина врізання;

$$T_o = \frac{76,5}{250 \cdot 0,2} = 1,53 \text{ хв};$$

На решту операцій режими різання визначаємо по нормативах і одержані таким чином дані заносимо в таблицю 3.7.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 – Зведена таблиця режимів різання

Назва операції	Довжина різання l , мм	Глибина різання t , мм	Кількість проходів, i	Подача S , мм/об	Число обертів n , об/хв.	Швидкість різання V , м/хв.	Основний техн. час T_0 , хв
005 Токарна з ЧПК							
1. Підрізати торець	42	1	1	0,4	300	71,6	0,35
2. Точити повер.	21	1	1	0,2	180	86,5	0,85
3. Підрізати торець	24	2	2	0,2	200	95,4	1,2
4. Точити повер.	32	2	2	0,2	0250	80	1,28
5. Точити повер.	84	2,5	1	0,2	300	78,2	1,4
6. Розточити отв.	84	2,5	1	0,2	300	78,2	1,4
7. Розточити отв.	84	2,5	1	0,2	300	78,2	1,4
8. Розточити фаску	84	2,5	1	0,2	300	78,2	1,4
9. Розточити фаску	84	2,5	1	0,2	300	78,2	1,4
10. Підрізати торець	75	1	1	0,2	250	78,5	1,5
11. Проточити повер.	75	1	1	0,2	250	78,5	1,5
12. Проточити повер.	75	1	1	0,2	250	78,5	1,5
13. Точити канавку	4,5	2,35	1	0,05	180	53,9	0,5
14. Розточити отв.	85	0,03	2	0,2	300	80	2,83
15. Розточити отв.	85	0,03	2	0,2	300	80	2,83
16. Точити повер.	85	0,03	2	0,2	300	80	2,83
17. Точити фаску	85	0,03	2	0,2	300	80	2,83
18. Точити фаску	85	0,03	2	0,2	300	80	2,83
19. Точити канавку	2,5	2,2	1	0,05	180	50,3	0,28
20. Свердлити одночасно 6 отв.	40	5,5	1	0,125	400	14	0,4

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

ДРМ 18-374.00.00

Арк.

3.8 Вибір устаткування

3.8.1 Загальні вимоги до вибору устаткування

Вибір технологічного устаткування відповідно до правил, викладених у ГОСТ 14.404-73 та рекомендації згідно [5, 20, 37].

Враховуючи викладені вимоги вибираємо – оброблювальний центр ОВМ21.

3.8.2 Оброблювальний центр моделі ОВМ21

З метою зменшення витрат придбання та експлуатацію верстатів, а також збільшення коефіцієнта концентрації операцій на одному робочому місці у порівнянні з базовим варіантом, та у відповідності з вимогами наведеними вище в якості устаткування вибираємо для операції 005 верстат ОВМ21. Він призначений для виготовлення деталей із штучних заготовок в умовах як масового, так і крупносерійного виробництва. Схема компоновки оброблювального центру з розмішеними на ньому кондуктором та головкою представлена на рисунку 2.1.

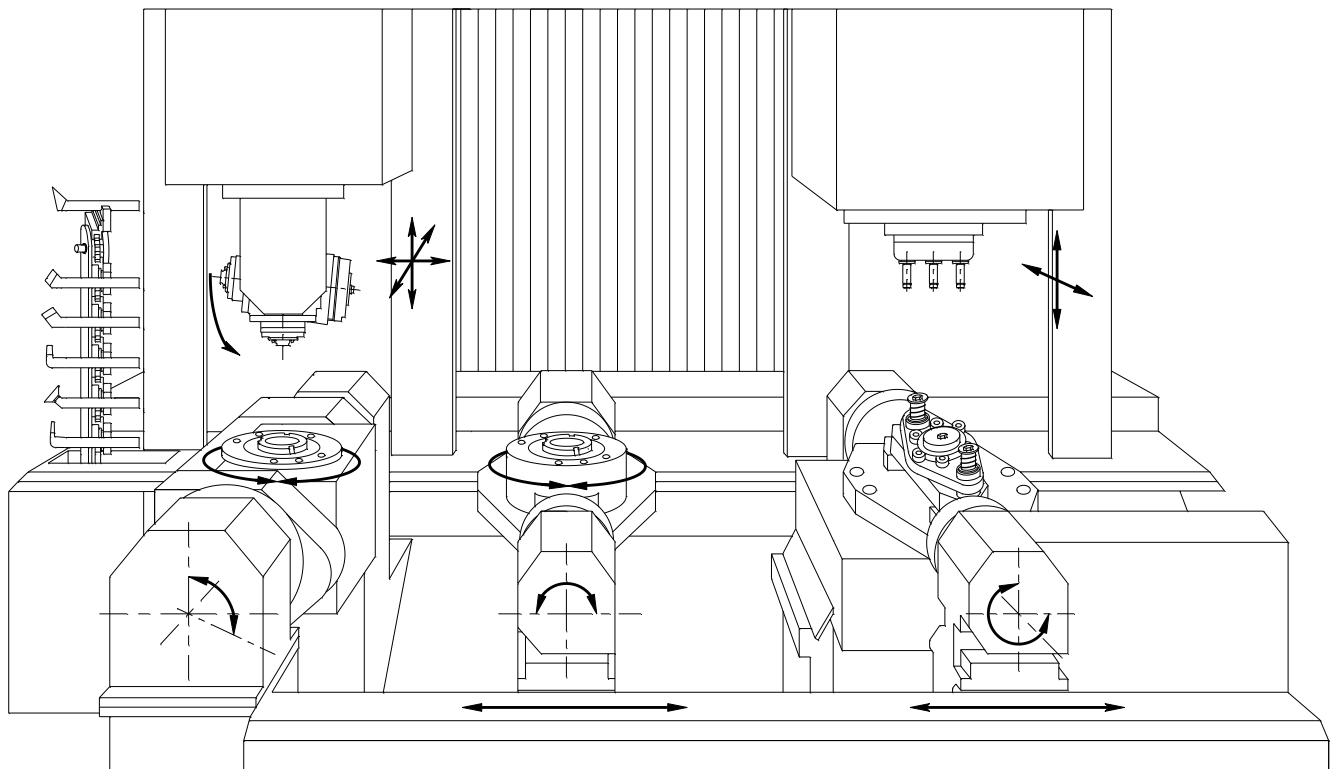


Рисунок 3.8 – Схема компоновки оброблювального центру ОВМ21

											ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Технічні характеристики оброблювального центру мод. ОВМ21 є такими

1.	Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм	300
2.	Потужність головного електродвигуна, кВт	21,7
3.	Числа обертів шпинделів, об/хв.	42 – 980
4.	Габаритні розміри, мм:	
	ширина	2945
	довжина	3070
	висота	3515
5.	Категорія ремонтної складності	61
6.	Маса, кг	16000

3.9 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Норма штучного часу визначається за формулою [1]

$$T_{шт} = t_o + t_{\partial} + t_{обсл} + t_{відн}, \quad (3.36)$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу;

t_o – основний (технологічний) час, $t_o = 0,35$ хв.;

t_{∂} – допоміжний час:

$$t_{\partial} = t_{вз} + t_{в}, \quad (3.37)$$

де $t_{вз}$ – допоміжний час на встановлення і зняття деталі, $t_{вз} = 0,10$ хв.;

$t_{в}$ – час на вимірювання, $t_{в} = 0,05$ хв.

$$t_{\partial} = 0,10 + 0,05 = 0,15 \text{ хв.}$$

Допоміжний час t_{∂} перекривається основним часом.

$T_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця [1]:

$$t_{обсл} = t_{м.о} + t_{ор}, \quad (3.38)$$

де $t_{м.о}$ – час технічного обслуговування, $t_{м.о} = 0,14t_o = 0,14 \cdot 0,35 = 0,049$ хв.;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_{op} – час організації робочого місця, $t_{op} = 0,136t_o = 0,136 \cdot 0,35 = 0,047$ хв.

$$T_{обсл} = 0,049 + 0,047 = 0,096 \text{ хв.}$$

$t_{відп}$ – час на відпочинок і природні потреби, $t_{відп} = 0,06t_o = 0,06 \cdot 0,35 = 0,021$ хв.

Таким чином, штучний час рівний:

$$T_{шт} = 0,35 + 0,096 + 0,021 = 0,46 \text{ хв.}$$

Параметри технічного нормування різні для усіх позицій операції технологічного процесу. Результати розрахунків зведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок штучного часу по операціям технологічного процесу (час у хвиликах)

Номер та назва операції	t_o	Допоміжний		Операт.	Час обслугов.		Час на відпоч.	$T_{шт}$
		$t_{вз}$	t_e	$t_{оп}$	$t_{m.o}$	t_{op}		
005 Токарна з ЧПК								
Позиція I	0,35	0.10	0.05	0,35	0.049	0,047	0,021	0,46
Позиція II	0,85	0,10	0,05	0,85	0,119	0,115	0,051	1,13
Позиція III	1,2	0.10	0.05	1,2	0,168	0,163	0,072	1,6
Позиція IV	1,28	0.10	0.05	1,28	0,179	0,174	0,076	1,7
Позиція V	1,4	0.10	0.05	1,4	0,196	0,190	0,084	1,87
Позиція VI	1,4	0.10	0.05	1,4	0,196	0,190	0,084	1,87
Позиція VII	1,4	0.10	0.05	1,4	0,196	0,190	0,084	1,87
Позиція VIII	1,4	0.10	0.05	1,4	0,196	0,190	0,084	1,87
Позиція IX	1,4	0.10	0.05	1,4	0,196	0,190	0,084	1,87
Позиція X	1,5	0.10	0.05	1,5	0,21	0,204	0,09	2
Позиція XI	1,5	0.10	0.05	1,5	0,21	0,204	0,09	2

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00				

Продовження таблиці 3.8

Позиція XII	1,5	0.10	0.05	1,5	0,21	0,204	0,09	2
Позиція XIII	0,5	0.10	0.05	0,5	0,07	0,068	0,03	0,66
Позиція XIV	2,83	0.10	0.05	2,83	0,396	0,384	0,169	3,76
Позиція XV	2,83	0.10	0.05	2,83	0,396	0,384	0,169	3,76
Позиція XVI	2,83	0.10	0.05	2,83	0,396	0,384	0,169	3,76
Позиція XVII	2,83	0.10	0.05	2,83	0,396	0,384	0,169	3,76
Позиція XVIII	2,83	0.10	0.05	2,83	0,396	0,384	0,169	3,76
Позиція XIX	0,28	0.10	0.05	0,28	0,039	0,038	0,016	0,37
Позиція XX	0,4	0.10	0.05	0,4	0,056	0,054	0,024	0,53

3.10 Визначення кількості устаткування.

Визначення кількості верстатів механічної дільниці, необхідних для обробки деталі в об'ємі загальної програми випуску, проводитимемо за даними механічного процесу. (кількість верстатів визначають на основі нормативного часу, необхідного для виконання кожної операції). Кількість одиниць устаткування для потокового виробництва визначаємо виходячи із його кількості,

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідного для виконання окремих операцій (це передбачається ГОСТом 14.314-74). При цьому повинна бути досягнута синхронізація операцій.

Загальну кількість одиниць устаткування в потоковій лінії обробки даного виробу визначаємо за формулою [37]:

$$C_p = \sum_{i=1}^n C_{p_i}, \quad (3.39)$$

де C_{p_i} – кількість одиниць устаткування для використання однієї операції в потоковій лінії;

n – загальна кількість операцій.

Кількість одиниць устаткування на одній операції визначаємо так [37]:

$$C'_{p_i} = \frac{T_{um_i}}{t_g}, \quad (3.40)$$

де T_{um_i} – штучний час на i -ій операції;

t_g – такт випуску виробу, $t_g = 4,6$ хв.

Коефіцієнт завантаження верстата визначаємо за формулою:

$$K_z = \frac{C'_p}{C_p}, \quad (3.41)$$

де C_p – прийнята кількість верстатів згідно [1] значення K_z для масового та крупносерійного виробництва лежить в межах 0,6...0,8.

Базовий варіант технологічного процесу

Верстати мод. 16K20Ф3

Операція 005

$$C'_p = \frac{3,92}{4,6} = 0,867$$

Приймаємо $C'_p = 1$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_3 = \frac{0,867}{1} = 0,867$$

Згідно [24] $[K_3] = 0,85$, $[K_3] > K_3$

Операція 010

$$C'_p = \frac{12,32}{4,6} = 2,678$$

Приймаємо $C'_p = 3$

$$K_3 = \frac{2,678}{3} = 0,892$$

Згідно [24] $[K_3] = 0,85$, $[K_3] > K_3$

Операція 015

$$C'_p = \frac{8,9}{4,6} = 1,934$$

Приймаємо $C'_p = 2$

$$K_3 = \frac{1,934}{2} = 0,967$$

Згідно [24] $[K_3] = 0,85$, $[K_3] > K_3$

Верстати мод. 2Н135

Операція 020

$$C'_p = \frac{0,84}{4,6} = 0,182$$

Приймаємо $C'_p = 0,2$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_3 = \frac{0,182}{0,2} = 0,91$$

Згідно [24] $[K_3] = 0,85$, $[K_3] > K_3$

Проектний варіант технологічного процесу

Операція 005

Оброблювальний центр ОВМ21

$C'_p = 0,6392$; $C_p = 1$; $K_3 = 0,6392$;

Графік завантаження устаткування по проектному варіанту ТП не представлені у зв'язку з тим що використовується один верстат.

3.11 Висновки до розділу

У розділі проведено розрахунки типу та організаційної форми виробництва, обґрунтовано вибраний спосіб отримання заготовки, вибрано технологічні бази з розробленням маршрутного та операційного ТП з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням, деталізовано розрахунки припусків та між операційних розмірів заготовки, режимів різання по операціях, визначення кількості устаткування та структури нормування розробленого технологічного процесу.

Для реалізації ТП запропоновано використовувати спеціальний оброблювальний центр моделі ОВМ21 з особливою компоновкою.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір та проектування пристосування для механічної обробки

Для токарної операції 005 у спроектованому технологічному процесі застосовуються стандартні верстатні пристосування, так як використовується оброблюючий центр моделі OBM21.

Однак компоновка верстату дозволяє здійснювати свердлильні операції, завдяки додатково розміщеному шпинделю. З метою скорочення часу на механічну обробку на третьому установі згаданої операції пропонується використовувати пристосування – свердлильну головку для свердління шести отворів та відповідний кондуктор для свердління згаданих отворів.

Основними частинами кондуктора є корпус 1 і кондукторна плита 2 (див. складальне креслення) на якій розміщені направляючі втулки 22 і палець 6. Останній при опусканні кондукторної плити заходить в центральний отвір деталі для кращого її центрування. Кондукторна плита кріпиться на колонках 4. Деталь встановлюють на корпусі шляхом її насаджування на палець 8 для орієнтації деталі у вертикальному напрямку. Базування здійснюється за допомогою призми 9, яка розташована і закріплена на корпусі кондуктора.

4.2 Розрахунок похибки встановлення деталі в кондукторі.

Розрахунок похибки базування деталі в кондукторі при розміщенні її в призмах здійснюємо на основі методики, викладеної в працях [8], [10], [11], [36].

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Банашко</i>				Конструкторська частина	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Васильків</i>							
<i>Рецензент</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>	<i>Пилипець</i>							
						ТНТУ, каф. ТМ, Група МТм-51		

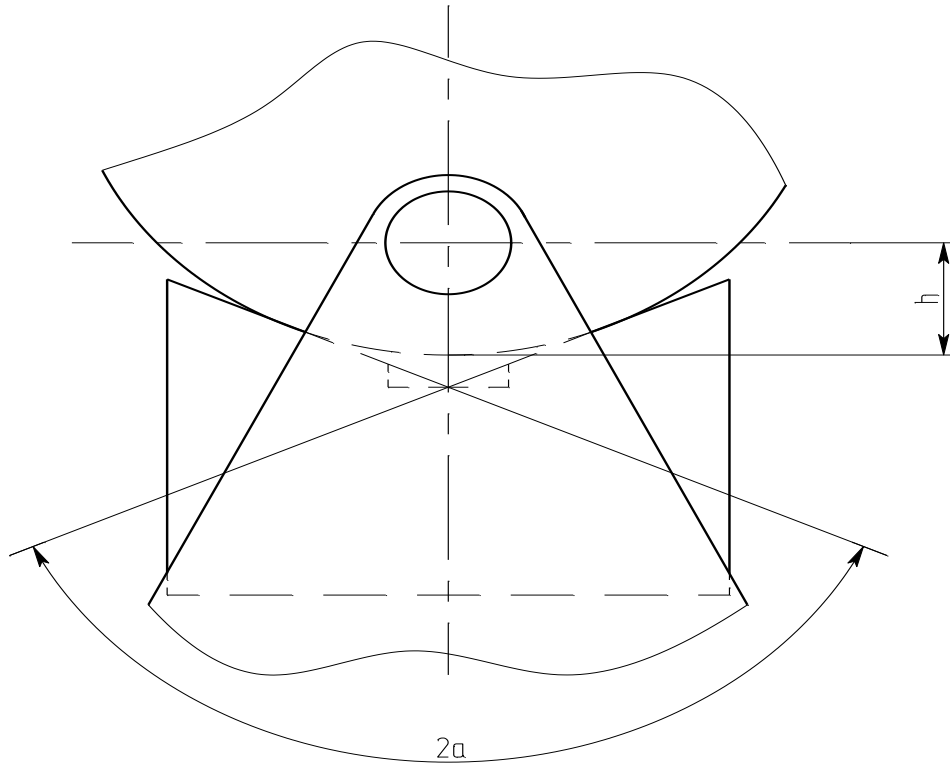


Рисунок 4.1 – Схема базування деталі в призмі при свердлінні в кондукторі

Як відомо, [10], похибку базування в призмі визначають так:

$$\varepsilon_B = 0,5 \times TD \times \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (4.1)$$

де TD – величина допуску на розмір h (h = 15 мм) (рис. 4.1);

У даному випадку допуск на розмір TD = 430 мкм (H14).

Таким чином похибка базування рівна:

$$\varepsilon_B = 0,5 \times 430 \times \frac{1}{\sin 90^\circ} = 215 \text{ мкм}$$

Похибка базування при встановленні на палець згідно [10]:

$$\beta = \frac{2 \arctg 0,01}{D}, \quad (4.2)$$

де D – діаметр пальця, мм;

$$B = \frac{2 \arctg \cdot 0,01}{85} = 0,56^\circ,$$

						ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

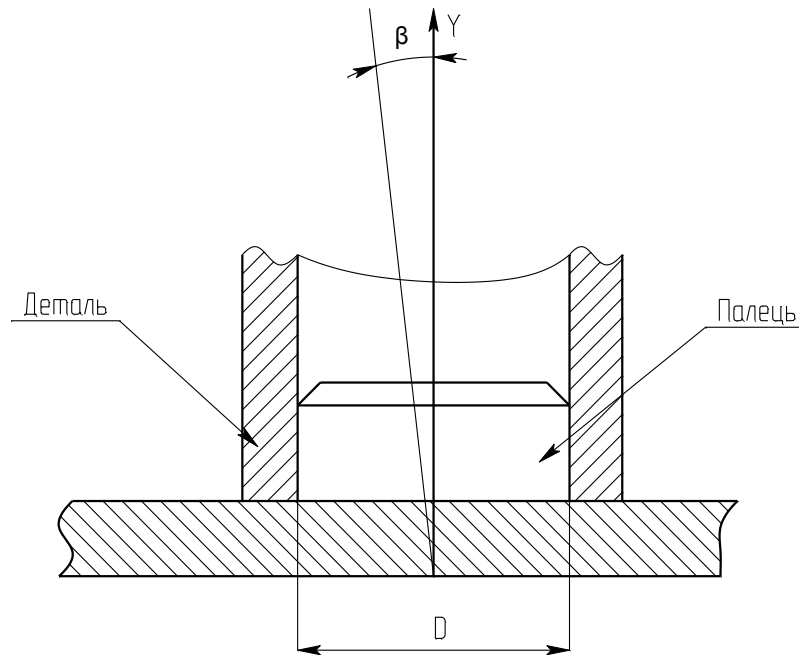


Рисунок 4.2 – Схема базування деталі при встановленні на палець при свердлінні

4.3 Розрахунок сили затиску для процесу свердління

Схема дії сил на заготовку у процесі свердління показано на рисунку 4.3. Згідно методики [20] величину необхідного зусилля затиску визначають так:

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M_{\text{різ.}}}{\left((f_1 + f_2) \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot d}, \quad (4.3)$$

де k – коефіцієнт запасу (для сталі $k = 1$);

$M_{\text{різ.}}$ – величина крутного моменту, який створює інструмент, $\text{H} \times \text{мм}$;

$f_1 + f_2$ – складові коефіцієнту тертя на поверхнях призми, ($f = 0,30$);

d – діаметр свердла, мм ;

α – центральний кут призми;

Для даного випадку

$$Q = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot 22,5}{0,30 \cdot \sin 45^\circ} \cdot 11 = 2927 \text{ Н}$$

						ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

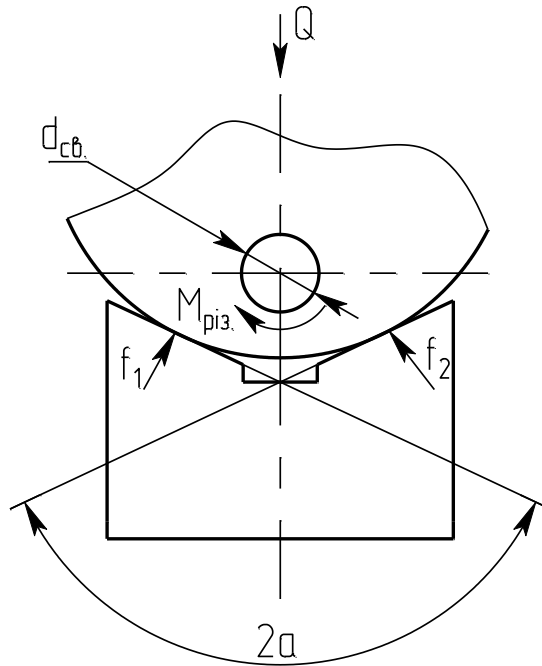


Рисунок 4.3 – Схема дії сил при свердлінні

4.4 Багатошпindelьна свердлильна головка

4.4.1 Вихідні дані розрахунку

Вихідними даними для розрахунку є інформація про: устаткування – оброблювальний центр моделі ОВМ21 ($N = 1,1$ кВт – потужність силової бабки, кількість обертів вихідного валу – 465 об/хв); матеріал оброблюваної деталі – Сталь 45л ГОСТ 1050-88; діаметр обробки – 11 мм; кількість отворів – 6;

Параметри силових факторів та режимів різання, що виникають при свердлінні 1-го отвору є такими: $V = 14$ м/хв.; $n = 400$ об/хв.; $S = 0,125$ мм/хв.; $S_m = 50$ мм/хв.; $T_m = 2,0$ хв.; $N_{\text{отв.}} = 0,64$ кВт; $P_z = 4780$ Н.

4.4.2 Вибір кінематичної схеми головки

Враховуючи вище наведені дані, а також особливості компоновки верстату розроблена схема свердлильної головки. Характерними особливостями такої

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкції є (рис. 4.4): праве обертання усіх шпинделів; одноярусне розміщення усіх зубчастих коліс, причому кожне з яких розміщується між двома опорами на радіальних підшипниках.

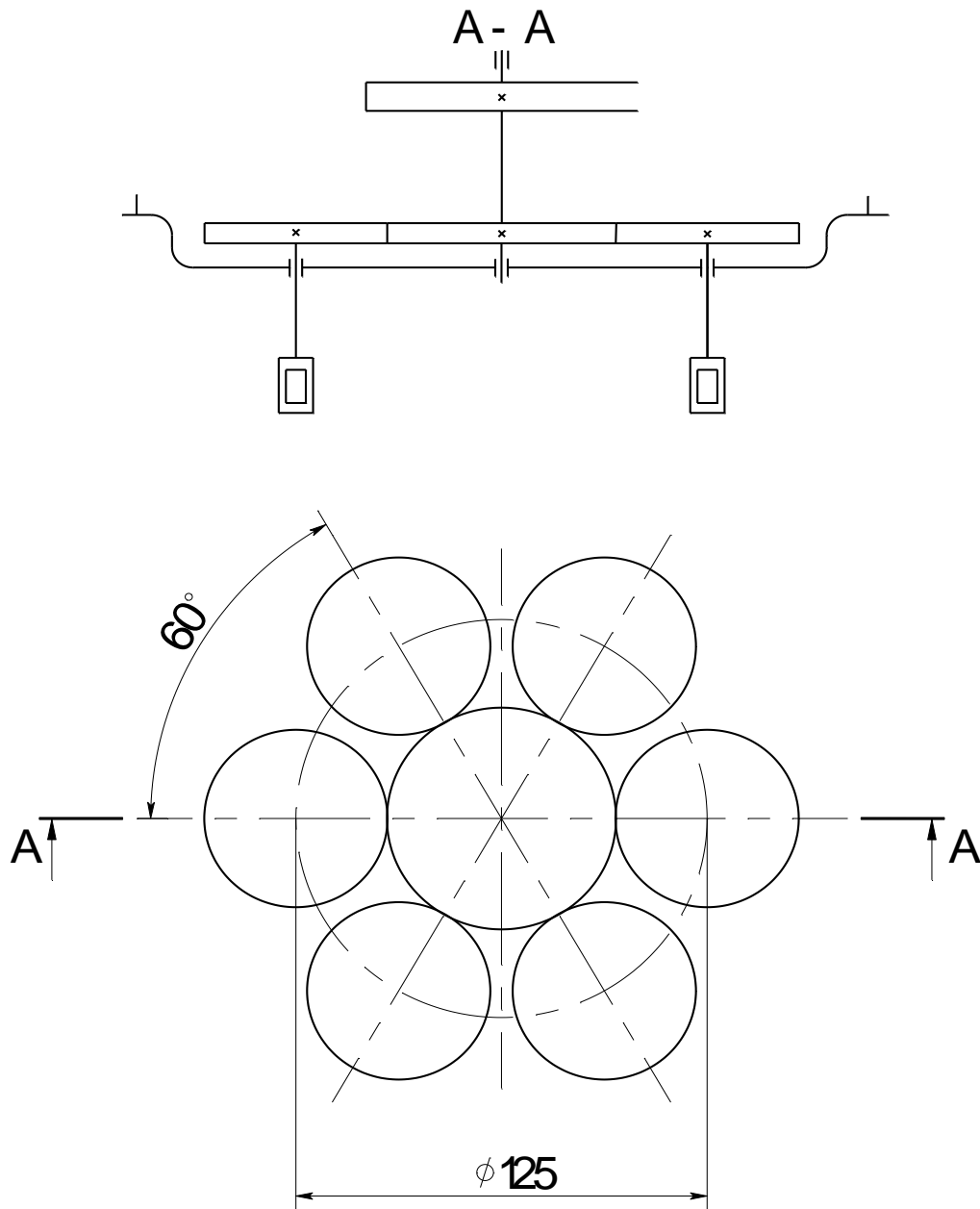


Рисунок 4.4 – Кінематична схема шестишпindelної свердлильної головки

4.4.3 Визначення розмірів валиків, шпинделів та зубчастих коліс

Так як центральний ведучий вал головки несе найбільше навантаження, тому при визначенні модуля зачеплення усіх зубчастих коліс головки, враховуємо навантаження, яке припадає на зуб шестерні, встановленої на згаданому валі.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як відомо, діаметр ведучого вала визначають з урахуванням значення крутного моменту, який передається в процесі свердління [3]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{16M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (4.4)$$

де d_1 – діаметр центрального валу головки;

$[\tau]$ – допустиме напруження кручення, для сталі 45л $[\tau] = 1500$ кгс/см² [8];

$M_{кр}$ – крутний момент, кгс·см

$$M_{кр} = \frac{7160N}{n} \cdot i = \frac{7160 \cdot \frac{1100}{735,5}}{465} \cdot \frac{3}{10} = 70 \text{ кгс·см}$$

де i – передаточне число між двигуном та центральним валом;

735,5 – коефіцієнт переводу потужності вираженої у Вт у кілограм сили.

Тому, діаметр вала:

$$d_1 = \sqrt{\frac{16 \cdot 70}{\pi \cdot 1500}} = 0,48 \text{ см}$$

Так як на валі для закріплення ведучого колеса необхідна шпонка, тому приймаємо діаметр вала – 30 мм.

Діаметр D направляючої (хвостової) частини робочих шпинделів встановлюємо залежно від діаметра свердла d . Згідно [10] для $d = 10,2$; $D/d = 1,3$. Тому $D = 1,3 \cdot 10,2 = 13,26$ мм; приймаємо 20 мм.

Згідно рекомендацій [2, 5], модуль веденої шестерні робочого шпинделя вибирають залежно від величини діаметра свердла. Для $d = 10,2$ мм, враховуючи запас міцності, приймаємо $m = 3$.

Діаметр D_o ділильного кола зубчастого колеса робочого шпинделя визначаємо так: $D_o = D + 2e + 6,8 \cdot m = 20 + 26 + 6,8 \cdot 3 = 52,4$ мм, де e – глибина шпонкового пазу. Приймаємо $D_o = 63$ мм (для забезпечення можливості застосування свердлильної головки для обробки отворів іншого діаметру).

						<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4.4.4 Розрахунок підшипників

Розрахунок підшипників виконується за методикою, описаною в [8, 20]. Як , відомо, довговічність підшипників у багатошпindelних головках є не меншою за 2-3 год. машинного часу. Тому за такої довговічності підшипники повинні замінюватися через 1-1,5 року, що відповідає проектуваному строку виробництва стакана ЖВМ 20.279.

4.4.5 Перевірка на міцність

Як відомо, розрахунок на міцність проводять для найнавантажениших деталей – зубчастих коліс, іноді підшипників.

Міцність зубів коліс перевіряють за величиною діючих контактних напружень у поверхневому шарі зубів і напружень згину біля основи зубів, які повинні не перевищувати відповідних допустимих напружень.

Для даного випадку, визначаємо за допустимими напруженнями і заданими умовами роботи величину модуля і порівнюємо її з прийнятою у розрахунках величиною. У розрахунку скористаємося відомими формулами:

а) із умови втомленості поверхневого шару матеріалу зубів:

$$m_{нов} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i\psi} \cdot \left(\frac{180000}{z \cdot [\sigma]_к}\right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K}{K_v}}, [20] \quad (4.5)$$

б) із умови міцності зуба на згин:

$$m_{зг} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{455}{z \cdot \psi \cdot y \cdot [\sigma]_u} \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_u}{K_v}}, [20] \quad (4.6)$$

де z – кількість зубів зубчастого колеса;

i – передаточне відношення;

ψ – відношення ширини колеса до модуля, $\psi = 8 \div 12$;

$[\sigma]_к$ – допустиме контактне напруження зминання, кгс/мм²;

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K і K_u – коефіцієнти довговічності відповідно за контактними напруженням і напруженням згину;

y – коефіцієнт форми зуба;

$[\sigma]_u$ – допустиме напруження згину, кгс/мм²;

K_v – коефіцієнт швидкості, який розраховують за формулою Барта:

$$K_v = \frac{6}{v + 6}, \quad (4.7)$$

де v – колова швидкість на колесі, м/с.

Для центральної шестерні, як більш навантаженої, враховуючи що $i = 21/22$, $\psi = 12$, $z = 62$, $[\sigma]_K = 85$ кгс/мм², $N = 0,22$ к.с., $n = 500$ об/хв., $K = 1$, $K_v = 0,85$, $y = 0,102$, $[\sigma]_u = 18$ кгс/мм²:

$$m_{nos} = \sqrt[3]{\frac{0,95 + 1}{0,95 \cdot 12} \cdot \left(\frac{180000}{22 \cdot 85}\right)^2 \cdot \frac{0,22}{500} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,25 \text{ мм},$$

$$m_{зз} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{455}{22 \cdot 12 \cdot 0,102 \cdot 18} \cdot \frac{0,22}{500} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,08 \text{ мм}.$$

Таким чином, вибраний модуль $m = 3$ відповідає вимогам і за контактним напруженням і за напруженням згину.

4.4.6 Опис конструкції агрегатної головки

Агрегатна головка для верстату мод. ОВМ21 призначена для обробки 6 отворів $\varnothing 11$.

Вона складається із ведучого вала (поз. 1), якому через колесо (поз. 19) передається крутний момент від приводу верстата. Через шестерню (поз. 20) крутний момент передається шпindelним валам головки. Конструкція шпindelів передбачає закріплення сверл з робочим діаметром 11 мм. Весь вузол агрегатної головки розміщений у спеціальному корпусі (поз. 10), який забезпечує необхідні жорсткі умови роботи шпindelів.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Розробка спеціального ріжучого інструменту

4.5.1 Визначення вихідних даних для розрахунку різця

Для забезпечення плавності роботи інструменту з відповідними наслідками підвищення якості поверхні для операції 005 “Токарна з ЧПК”, що реалізується на оброблюючому центрі, доцільно використовувати спеціальний розточний інструмент для обробки твору $\varnothing 85U8$.

Процес обробки складається з двох етапів, які виконуються цим різцем:

- а) розточити отвір $\varnothing 82$ до $\varnothing 83$;
- б) розточити отвір $\varnothing 83$ до $\varnothing 85U8_{(-0.128/-0.178)}$.

Параметри режимів різання для даних переходів відповідно \ такими:

$$t = 2,5 \text{ мм}; L = 84 \text{ мм}; n = 300 \text{ об/хв.}; V = 78,2 \text{ м/хв.}; P_z = 1275 \text{ Н};$$

$$t = 0,03 \text{ мм}; L = 85 \text{ мм}; n = 300 \text{ об/хв.}; V = 80 \text{ м/хв.}; P_z = 368 \text{ Н};$$

Із аналізу представлених режимів різання можемо зробити висновок, що визначальними при проектуванні є параметри першого переходу.

4.5.2 Розробка схеми конструкції ріжучого інструменту

Враховуючи умови обробки, застосовуване обладнання, а також конструкції подібних інструментів, визначаємо конструктивну схему інструменту, яка представлена на рисунку 4.5.

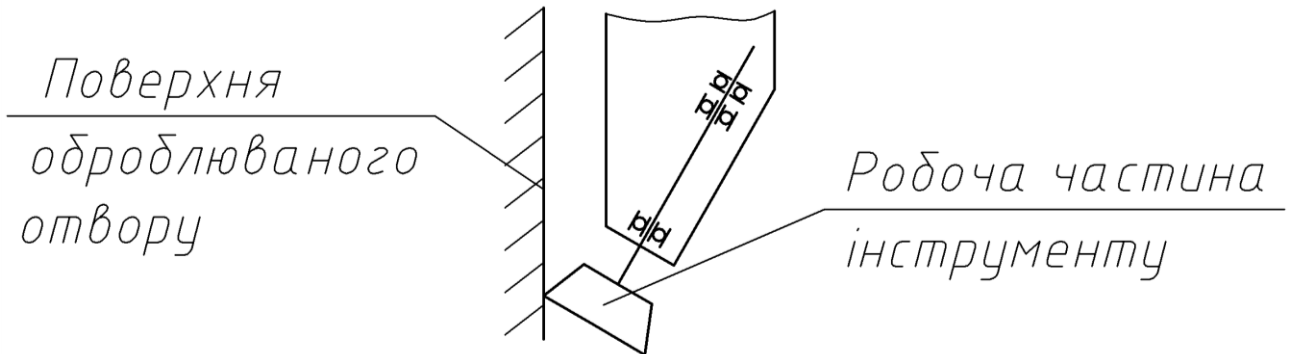


Рисунок 4.5 – Спрощена схема конструкції ріжучого інструменту

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5.3 Розрахунок конструктивних елементів інструменту

Для визначення реактивних силових факторів, які виникають в опорах пристосування приймаємо, що сумарна сила різання направлена перпендикулярно до центральної осі інструменту. Тому згідно [10]

$$R \approx (1,1 \div 1,2) P_z,$$

де P_z – тангенціальна сила різання

$$R \approx (1,1 \div 1,2) \cdot 1275 = 1402,5 \div 1530$$

Величину реакцій в опорах визначаємо з конструктивної розрахункової схеми, представленої нижче на рисунку 4.6.

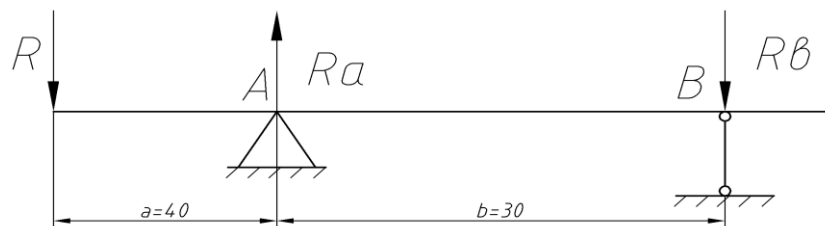


Рисунок 4.6 – Розрахункова схема дії силових факторів на вал у вузлі інструменту

$$\Sigma m_A = R_B \cdot b - R \cdot a = 0$$

$$R_B = \frac{R \cdot a}{b} = \frac{1530 \cdot 40}{30} = 2040 \text{ Н}$$

$$R_A = R + R_B = 1530 + 2040 = 3570 \text{ Н}$$

Наближений діаметр вала визначаємо так:

$$d = 15 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}},$$

де N – потужність різання, кВт;

n – частота обертання вала, об/хв.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ДРМ 18-374.00.00

Для першого переходу $N = 7,15$ кВт, $n = 980$ об/хв.

$$d = 15 \cdot \sqrt[3]{\frac{7,15}{300}} = 2,70 \text{ см}$$

Приймаємо діаметр вала у місцях посадки підшипників 30 мм.

Розрахунок підшипників

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипник визначимо за формулою [20]:

$$P = V \cdot X \cdot F_r \cdot K_\sigma \cdot K_m,$$

де V – коефіцієнт, що враховує вид обертання кілець підшипника, $V = 0,1$ – обертання внутрішнього кільця;

X – коефіцієнт радіального навантаження, $X = 1,0$;

F_r – радіальне навантаження, $F_r = 3570$ Н;

K_σ – коефіцієнт безпеки (динамічності);

K_m – коефіцієнт температурного режиму роботи, $K_m = 1,0$.

$$P = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 3570 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3570 \text{ Н}$$

Для $L_n = 8000$ год. [20]; $c/p = 4,2$; $c = 4,2 \cdot p = 4,2 \cdot 3570 = 14994$ Н

Вибираємо підшипник 1000906 ГОСТ 8338-75, у якого $c = 15000$ Н.

4.5.4 Вимоги до конструкції різця

Враховуючи те, що різцем буде проводитись оброблення отвору у деталі виконаної литтям, то слід очікувати у процесі різання наявності ударних навантажень. У поєднанні з динамічними особливостями функціонування структури вузла інструменту, до складових його елементів пред'являються підвищені вимоги стосовно їх жорсткості. Крім цього, для забезпечення необхідної точності обробки, вимагається щоб виліт ріжучого леза відносно радіальної опори був мінімальний.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

В цілому вузол різця повинен бути простої будови та компактним, зручним при заточуванні та відновленні його складових елементів.

4.5.5 Опис конструкції різця

Основними відповідальними конструктивними елементами розточного ротаційного різця є:

1. Корпус 3 у який вмонтований на підшипниках кочення 10.
2. Валик з ріжучою чашкою 5, який своїм торцем впирається на упорний підшипник 9, що сприймає осьові навантаження.

Регулювання натягу у підшипниках та водночас вибір осьового люфту у конструкції проводиться за допомогою прокладки 4. Кришка 2 та встановлене у ній войлочне ущільнення 11 запобігають потраплянню бруду в підшипниковий вузол. Кришка до корпусу кріпиться трьома гвинтами 8. Для заповнення вільного місця в середині вузла маслом, передбачений отвір, просверлений у корпусі, і у який загвинчений гвинт 7, який запобігає витіканню масла.

4.6 Розробка конструкції відливки

4.6.1 Вибір площини роз'ємну

Як зазначалось у пункті 3.5, заготовка виготовлятиметься литтям в кокіль, клас точності точності 6-7-9-2 ГОСТ 26645-85. Таким чином, користуючись правилом тіней, визначаємо площину роз'ємну відливки, яка розміщуватиметься у діаметральній площині найбільшого габаритного розміру заготовки (див. рисунок 4.7). Вибране таким чином позиційне розташування цієї площини визначається безперешкодним формоутворенням криволінійних сусідніх поверхонь, та можливістю нейтралізації виникаючих похибок у з'єднанні механічно обробкою.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6.3 Термічна обробка заготовки. Очистка заготовки

Як відомо, відливки в литому стані характеризуються крупнозернистою структурою, високою твердістю і низькими міцнісними та пластичними властивостями, крім цього в них зберігаються значні внутрішні напруження. Однак структура і властивості виливок можуть бути значно покращені термічною обробкою. Для даної виливки рекомендуємо застосувати низькотемпературний відпал при максимальній температурі нагрівання $T_{\max} = 500-550 \text{ }^\circ\text{C}$ і загальною тривалістю обробки (включаючи нагрів та витримку) $t = 16-18$ годин [20], однак недоліком цього методу є значна тривалість, тому як альтернативний варіант можна застосувати нормалізацію ($T_{\max} = 650-700 \text{ }^\circ\text{C}$, $t = 2-4$ год.).

Очистку заготовки проводитимемо в дробометній напівавтоматичній камері. Площа камери S – до 80 м^2 , частота обертання стола n – 2-3 об/хв., витрати дробу – 5 кг/т, продуктивність j – до 10 т/год.

Заключна очистка – в гідравлічній камері: тиск води до 10000 кПа, S – до 25 м^2 , j – до 3 т, витрати води – до $4-5 \text{ м}^3/\text{т}$.

4.6.4 Вимоги до виконання відливки

Враховуючи результати конструктивного та технологічного проектування заготовки визначаємо наступні вимоги до виконання виливки:

- твердість у місцях, які підлягають механічній обробці, 185...195 НВ;
- відбілювання поверхні виливка допускається лише на тих поверхнях, які не підлягають механічній обробці;
- на невідповідальних місцях виливка допускаються раковини глибиною не більше 1 мм і найбільшим вимірюванням більше 5 мм. Сумарна площа раковин не більше 8% поверхні, на якій вони розміщені
- ливарні радіуси становлять 2 мм, нахили 3...5°;

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6.5 Контроль якості виконання заготовки

Структура перевірки якості заготовки є такою [9, 16, 24].

1. Перевіряють хімічний склад сплаву, структуру, геометрію і розміри виливок, встановлюють наявність поверхневих і внутрішніх дефектів, особливо на поверхнях обумовлених в технічних вимогах.

2. Відповідність за геометричними характеристиками встановлюватиметься шляхом розмітки виливки на спеціальному розміточному столі (плиті) із застосування спеціальних шаблонів, калібрів та скоб (для контролю як зовнішніх, так і внутрішніх контурів) та штангенциркуля ШЦ II-250-0,1 ГОСТ166-80 (так виявлятимемо короблення, перекіс, одутість, різностінність та ін.).

Точність виливка за масою встановлюватимемо зважуванням.

Поверхневі дефекти виливка у вигляді тріщин, пор та раковин, пригару та ін. виявлятимемо наступними методами:

а) видимі дефекти – візуальним оглядом з допомогою лупи шляхом порівняння з еталоном;

б) невидимі дефекти – методами кольорової дефектоскопії. Серед них доцільно використовувати метод проникаючих рідин та кольоровий метод

Суть першого така: зачищають поверхню контрольованої деталі і занурюють деталь в проникаючу рідину (гас, мінеральне масло, олеїнові кислоти, алізаринові барвники, спиртовий розчин тальку та ін.) [20]; потім ретельно промивають поверхню деталі і наносять шар проявника на поверхню (крейда та ін.); після цього розглядають картину виявлених поверхневих дефектів. Цим методом виявляють тріщини, ширина яких більша 0,02-0,05 мм.

Суть другого методу зводиться до занурення виливка на 5-10 хв. У розчин суміші гасу (65 %), трансформаторного масла (35 %) і скипидару (5 %) та добавки жирового оранжу чи судану (I-III). Після покриття деталі ретельно промивають холодною водою, потім її покривають тонким шаром водного розчину каоміна і підсушують. Підсушений білий шар вбирає підкрашений розчин, який залишився в місцях тріщин та інших дефектах, внаслідок чого на поверхні отримується

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яскраво підфарбований візерунок. Перевага цього методу – можливість отримання відбитку на папері, не фотографуючи об'єкт [20].

Для виявлення внутрішніх дефектів доцільно застосовувати ультразвуковий метод контролю, який ґрунтується на використанні здатності ультразвукової хвилі відбиватись від границі розділу двох середовищ. По інтенсивності і напрямку відбивання хвиль судять про місце, протяжність і глибину залягання дефекту.

Виходячи із конструкції деталі, найбільш доцільно застосувати методи відбивання або резонансний (перевагою останнього є можливість вимірювання товщин стінки відливки). Доцільно використовувати один із перелічених типів вітчизняних ультразвукових дефектоскопів: УЗД-16, УЗД-7Н, УЗД-1М, УЗД-12Т, ДУК-13 ММ, УДИ-10, УЗД-НИИМ-10.

4.7 Розрахунок контрольних пристроїв

Вибір ріжучого та вимірювального інструменту здійснюємо, використовуючи посібники [2-5], [8], [13], [15], [20] та ін.

Приведемо приклад розрахунку гладкого граничного калібру для контролю отвору $\varnothing 85U8\begin{matrix} (-0.124) \\ (-0.178) \end{matrix}$

Із ГОСТ 25347-82 визначаємо граничні відхилення отвору:

$\varnothing 85U8\begin{matrix} (-0.124) \\ (-0.178) \end{matrix}$

$$D_{\max}=84,876 \text{ мм}$$

$$D_{\min}=84,822 \text{ мм}$$

H - допуск на виготовлення калібрів-пробок, H=6 мкм;

z - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру-пробки відносно найменшого граничного розміру отвору, z=5 мкм;

y - допустимий вихід розміру спрацьованого калібру-пробки за границю поля допуску отвору, y=4 мкм.

$$HE=D_{\max};$$

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$HE_{max}=D_{max} + H/2; \quad (4.8)$$

$$HE_{min}=D_{max} - H/2; \quad (4.9)$$

$$HE=84,876 \text{ мм};$$

$$HE_{max}= 84,876+0,006/2=84,879 \text{ мм};$$

$$HE_{min}= 84,876-0,006/2=84,873 \text{ мм}.$$

$$PP=D_{min} + z; \quad (4.10)$$

$$PP_{max}=D_{min}+z+H/2; \quad (4.11)$$

$$PP_{min}=D_{min} + z -H/2; \quad (4.12)$$

$$PP_{3H}=D_{min} - y; \quad (4.13)$$

$$PP= 84,822+0,005=84,827 \text{ мм};$$

$$PP_{max}=84,822+0,005+0,006/2=84,830 \text{ мм};$$

$$PP_{min}=84,822+0,005-0,006/2=84,824 \text{ мм};$$

$$PP_{3H}=84,822-0,004=84,818 \text{ мм}.$$

Розраховуємо виконавчі розміри калібру-пробки (виконавчий розмір калібру-пробки - найбільший граничний розмір з від'ємним відхиленням (-H)):

$$PP=84,830_{-0,006},$$

$$HE=84,879_{-0,006}.$$

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлюють допуски на відхилення форми:

для калібра пробки 2

і шорсткість поверхонь калібрів :

для калібра пробки $Ra=0.050\text{мкм}$

Розраховуємо розміри калібру-скоби для контролю вала $\varnothing 100f9\begin{pmatrix} -0.036 \\ -0.125 \end{pmatrix}$

Згідно ГОСТ 25347-82 визначаємо граничні відхилення вала:

$$d_{\max}=99,964 \text{ мм} \quad d_{\min}=99,875 \text{ мм.}$$

$H1$ - допуск на виготовлення: калібру-скоби $H1=10 \text{ мкм}$;

$z1$ - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру-скоби відносно найбільшого граничного розміру вала $z1=8 \text{ мкм}$;

$y1$ - допустимий вихід розміру спрацьованого прохідного калібру-скоби за границю поля допуску вала $y1=6 \text{ мкм}$;

$$HE=d_{\min};$$

$$HE_{\max}=d_{\min} + H1/2; \quad (4.14)$$

$$HE_{\min}=d_{\min} - H1/2; \quad (4.15)$$

$$HE=99,875 \text{ мм};$$

$$HE_{\max}=99,875+0,005=99,881 \text{ мм};$$

$$HE_{\min}=99,875-0,005=99,870 \text{ мм.}$$

$$PP=d_{\max}-z1; \quad (4.16)$$

$$PP_{\max}=d_{\max} - z1+H1/2; \quad (4.17)$$

$$PP_{\min}=d_{\max} - z1-H1/2; \quad (4.18)$$

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ПР_{3H} = d_{max} + y_1; \quad (4.19)$$

$$ПР = 99,964 - 0,008 = 99,956 \text{ мм};$$

$$ПР_{max} = 99,88 - 0,008 + 0,005 = 99,962 \text{ мм};$$

$$ПР_{min} = 99,88 - 0,008 - 0,005 = 99,957 \text{ мм};$$

Схему розміщення полів допусків представлена на рисунку .

Відповідно розраховуємо виконавчі розміри калібру-скоби (виконавчим розміром скоби береться найменший її граничний розмір з додатнім відхиленням (+H)):

$$ПР = 99,957^{+0,010} \text{ МКМ.}$$

$$HE = 99,870^{+0,010} \text{ МКМ}$$

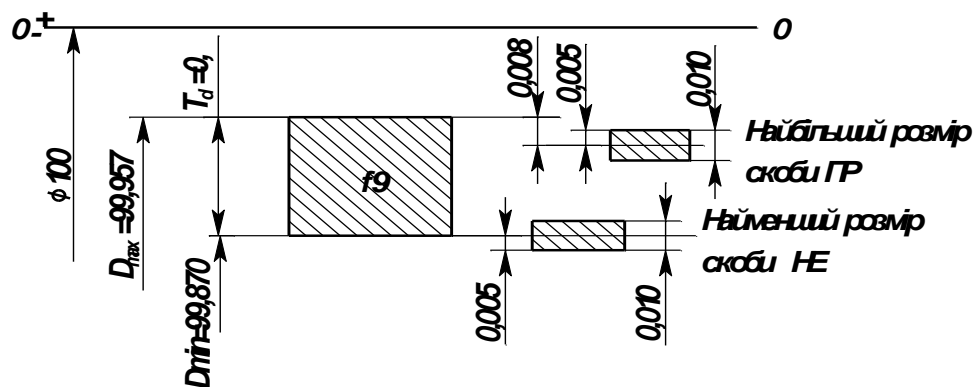


Рисунок 4.9 – Схема розміщення полів допусків калібру-скоби для контролю вала $\phi 100d9^{(-0.036)}_{(-0.125)}$.

4.8 Висновки до розділу

У розділі виконано проектування засобів технологічного спорядження для виготовлення заданої деталі: свердлильну головку та кондуктор для свердління шести отворів, розточний ротаційний різець та калібри для контролю геометричних параметрів деталі.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Структура і склад САПР

Структурними елементами САПР які жорстко пов'язані з організаційною структурою проектної організації є підсистеми в яких за допомогою спеціалізованих комплектів заходів, вирішується функціонально – завершена послідовність задач САПР.

В якості основної структури САПР приймають підсистему проектування яка володіє всіма властивостями системи, яка має об'єктну орієнтацію і реалізує функції проектування.

Другою структурною частиною САПР є підсистема обслуговування, яка має загальні системи використання і служить для підтримки системи проектування, а також оформлення передачі і виводу даних. Кожна з підсистем САПР складається з компонентів об'єднаних загальною цільовою функцією, які забезпечують функціонування цільової системи.

Компонент являє собою елемент забезпечення, який виконує конкретну функцію в підсистемі. В залежності від виду забезпечення виділяють такі компоненти:

- математичне забезпечення: методи, математичні моделі, алгоритми;
- лінгвістичне забезпечення: термінологія;
- технічне забезпечення: засоби обчислювання і оргтехніка, пристрої нагрощадження і передачі даних;
- інформаційне забезпечення: документи з описом стандартних процедур, типових елементів і типових рішень;
- програмне забезпечення: документи з текстами програм, програми на машинних носіях і експлуатаційні документи;

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Банашко</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Васильків</i>						
<i>Консульт.</i>					ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТм-51		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Пилипець</i>						
Спеціальна частина							

— методичне забезпечення: документи в яких відображено склад, правила вибору і експлуатації програмного забезпечення;

— організаційне забезпечення: положення, інструкції, накази і інші документи які регламентують організаційну структуру проектної організації при функціонуванні САПР;

— правове забезпечення: документи які регламентують правові відносини сторін при створенні, впровадженні і експлуатації САПР;

Структурна єдність кожної з підсистем забезпечується зв'язками між компонентами різних видів забезпечення, а своєчасне об'єднання підсистем в систему забезпечується зв'язками між компонентами.

Для визначення структури САПР і підсистем, виділяють загально – системні принципи до яких належать принципи: сумісності, системної єдності, стандартизації і розвитку.

Принцип сумісності полягає в тому що мови, символи, коди, інформаційно – технічні характеристики структурними зв'язками між компонентами САПР повинні бути узгоджені таким чином, щоб забезпечувалось сумісне функціонування системи і зберігалась відкрита структура системи в цілому. Крім того при створенні САПР необхідно забезпечити сумісність автоматизованого і не автоматизованого керування підсистем САПР і САПР із зовнішнім середовищем.

Принцип системної єдності полягає в тому що на всіх стадіях створення і функціонування САПР, розробка всіх видів забезпечення повинна вестися так, щоб всі компоненти утворювали систему.

Принцип стандартизації полягає в тому що всі компоненти і комплекси засобів приводяться в відповідність до галузевих стандартів, крім того всі елементи повинні розробляти так, щоб їх можна було без істотних змін використати для будь – якого об'єкта проектування.

Принцип розвитку полягає в тому що САПР повинна функціонувати як система, яка вдосконалюється, допускає поновлення і вдосконалення.

В процесі експлуатації САПР повинна вдосконалюватись не лише за рахунок розширення номенклатури техно – конструкторської документації, але за

						<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

рахунок підвищення якості проектування, яке полягає в використанні багатоваріантності (оптимізації технічних рішень).

5.2 Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей з допомогою пакету прикладних програм „ТІП САПР”

Пакет прикладних програм (ППП) „ТІП САПР” використовується для проектування технологічних процесів виготовлення деталей, особливо в умовах дрібносерійного та одиничного виробництва, коли немає необхідності в детальному проектуванні технологічних процесів.

Опис операцій технологічного процесу в даній САПР поділяються на дві частини: постійну і змінну.

Постійна частина опису є спільною для всіх деталей групи. До цієї частини опису відносяться назви операцій, описи переходів, для окремих переходів у вигляді постійна їх інформації можуть бути зафіксовані ріжучий та вимірювальний інструменти, пристрої. Власне вона і складає зміст типового технологічного процесу. Змінна частина опису операцій та переходів формується стосовно до конкретних умов кожної деталі даної групи при розробці робочого технологічного процесу. Це в першу чергу виконавчі розміри, характеристики використовуваних ріжучих та вимірювальних інструментів, моделі верстатів. До змінної частини можуть бути віднесені описи технологічного оснащення.

Технологічний процес, як елемент інформаційного забезпечення САПР являє собою послідовний опис операцій, складених із постійних частин.

Робота з пакетом відбувається в діалоговому режимі. Технолог формує структуру маршрутно-операційного технологічного процесу, вибирає операції та переходи, а в пам'ять ЕОМ вводиться лише змінна частина описів, яка відмічається спеціальними значками на екрані дисплея. Крім того для роботи широко використовуються типові технологічні процеси, які зберігаються в інформаційно-пошуковій підсистемі САПР. Під час роботи можна також вводити нові варі-

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

анти технологічних переходів, нові моделі обладнання і новий інструмент і оснащення і таким чином доповнюють існуючу базу даних.

Результати роботи записуються в архів технологічних процесів для зберігання і наступного використання, а також можуть бути виведені на екран дисплея або друкуючий пристрій. Не дивлячись на малу частку задач які вирішують ЕОМ, використання САПР маршрутних технологічних процесів на базі типової технології дає на підприємствах значний ефект. Терміни технологічного проектування скорочуються в середньому в 2-4 рази.

5.3 Підготовка вихідної інформації

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.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00						

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

Загальні відомості про деталь						
Назва виробу	—		Назва деталі	Стакан		
Позначення ск. од.	ЖВМ 20.27		Позначення деталі	ЖВМ 20.279		
Матеріал деталі	Заготовка / Сортамент	Профіль і розміри	Твердість	Маса, кг		Програма випуску
				деталі	заготовки	
Сталь 45л ГОСТ 1050-88	Відливка	—	HВ185	3,56	4,24	50000

Відомості про поверхні деталі					
№ пов.	Вид поверхні	Розміри, що витримуються	Квалітет	Шорсткість	Примітки
1	Торцева	88	h14	Ra2.5	
2	Зов. циліндрична	Ø155	H7	Ra2.5	
3	Торцева	30	h14	Ra12.5	
4	Вн. циліндрична	Ø11	H8	Ra2.5	
5	Зов. циліндрична	Ø100	f9	Ra2.5	
6	Зов. циліндрична	Ø95,3	h9	Ra2.5	
7	Конічна	1×45°	h8	Ra2.5	
8	Зов. циліндрична	Ø98	H7	Ra12.5	
9	Конічна	1×45°	h8	Ra2.5	
10	Торцева	88	h14	Ra2.5	
11	Конічна	2.5×45°	h8	Ra2.5	
12	Вн. циліндрична	Ø89	h9	Ra6.3	
13	Вн. циліндрична	Ø85	U8	Ra2.5	
14	Торцева	50	h14	Ra6.3	
15	Вн. циліндрична	Ø78	H7	Ra2.5	

					ДРМ 18-374.00.00		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

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 рис. 3.1. 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) з вихідного документа взятий з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вихідного документа. Після прочитування 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 ТП

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки деталі стакан ЖВМ 20.279, отриманий з допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведений правильно.

В даному технологічному процесі деталь обробляється за одну операцію, під час якої відбувається точіння зовнішніх і внутрішніх поверхонь, а також свердління отворів. В подальшому проводять контроль її поверхонь, після чого піддають промивці і транспортують дану деталь на дільницю зборки.

Пристрої ріжучий та вимірювальний інструмент вибраний правильно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального операційного часу.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний технологічний процес носить реальний характер, забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням, і технічними вимогами і може бути використаний в умовах діючого виробництва.



Рис. 5.2 – Блок-схема алгоритму роботи підсистеми

На основі рекомендацій [25] розроблено комплект технологічної документації.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6 Етапи розробки web-сайту інженера-механіка

Особистий сайт для інженера стає йому свого роду візитною карткою. Персональні сайти часто створюють для самореклами. Тому на них вони розміщують інформацію про себе і перелік послуг, які можуть надати.

Персональний сайт надає чудову можливість обзавестися друзями-інженерами з усього світу, що допоможе при спілкуванні з ними дізнатися новинки машинобудування та методики, які застосовуються для вирішення деяких інженерних проблем. Справжній інженер завжди прагне підвищити свою кваліфікацію. Саме власний сайт йому стане в цьому найкращим помічником. Ще це можливість показати колегам свій рівень компетентності і добитися суспільного визнання. Також можна через сайт проводити консультації і давати деякі поради.

Процес створення web-сайту необхідно розділити на етапи, обмежені календарним часом, таким чином, розробник, в певний час буде займатися розробкою тільки тієї частини, яка необхідна в даний період часу. Такий підхід підвищує якість розробки проекту, тому що розробник не відволікається на роботу з іншими елементами. Розділення етапів необхідно проводити так, щоб на більш складні елементи відводилося більше часу, ніж на більш прості, а робота з найбільш важливим елементами, виконувалася на ранніх етапах.

Роботу зі створення web-сайту можна розділити на наступні етапи:

1. Підготовчий етап. На цьому етапі необхідно сформулювати основну ідею майбутнього сайту. Потрібно визначити яка мета буде у сайту, наприклад навчання, розвага, інтернет-магазин, продаж будь-яких послуг, бізнес сайт, або просто заробіток на сайті.

Потім визначаємо цільову аудиторію (стать, вік, освіта), тобто для кого буде цей сайт.

Так само необхідно з'ясувати яку інформацію очікують відвідувачі, це допоможе з визначенням контенту (текстовою інформацією) на сайті.

Потім потрібно визначитися з технічною стороною. Важливо враховувати середнє підключення до мережі, а так само програмним забезпеченням.

						ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Навігація - важливий пункт. Все повинно бути інтуїтивно зрозуміло, де і що знаходиться, щоб користувач не бродив в пошуках потрібної ін-формації, а відразу орієнтувався на сайті.

Щоб продумати все інформаційне наповнення, підібрати матеріали, продумати навігацію, можна взяти листок паперу з ручкою, і по пунктах розписати все, що планується зробити на сайті.

2. Розробка макета. Після постановки завдань майбутнього сайту розроб- бативаєт майбутній шаблон, або шаблони, з яких можна вибрати потрібний варі- ант. На даному етапі визначається, як буде виглядати дизайн в цілому, які графі- чні елементи будуть використані, а так само яка структура буде у сторінок і які колірні рішення будуть на ньому присутні. Після чого надається в форматі PSD (з усіма верствами) і у вигляді зображенні (JPEG, PNG), для подальшої роботи (верстки). Розробка дизайну сайту зазвичай займає від кількох днів, до декількох тижнів, дуже складні роботи можуть проводитися навіть місяць.

3. Верстка. Верстка - це процес написання HTML і CSS кодів для веб- сторінок. Кожен код відповідає за те, щоб всі елементи на сторінці розміщували- ся і відображалися в браузері правильно. Верстальник повинен знати всі особли- вості браузерів, так як для кожного браузера необхідний свій підхід верстки.

Види верстки при створенні сайту:

- блокова. Переваги блочної верстки полягає в тому, що вона правильно відображає всі елементи сайту на різних пристроях (наприклад, на мобільних телефонах). Компактний код, все елементи важать менше, а значить, сторінка буде завантажуватися швидко. Недоліком є те, що при використанні різних брау- зерів верстка може «поплисти».

- таблична. У табличній верстці можна створювати колонки, таблиці і в браузері буде виглядати майже однаково. Недоліком табличної верстки є те, що індексація такого сайту дуже повільна, довго завантажуються сторінки і код та- кої верстки занадто великий.

4. Програмування. На даному етапі відбувається розробка механізмів сис- теми адміністрування сайту, яка в майбутньому дозволить змінювати або онов-

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лювати інформацію на сайті. Тобто створюється робоча версія сайту, готова до наповнення текстів і графічних матеріалів. Мова програмування являє собою знакову систему, яка призначена для опису алгоритмів. Найпопулярніші мови програмування: Java, C, C ++, Delphi, Basic, PHP, Asp, Perl, Ruby і ін. Після всіх цих перерахованих дій сайт публікується в мережі.

5. Наповнення сайту контентом. Ефективність роботи сайту пов'язана з наповненням контенту, тобто текстової та графічної інформації. Іноді матеріали для заповнення є у замовника, якщо немає, то він звертається до фрілансерам, для того, щоб вони написали необхідні статті.

Зазвичай на сайтах використовуються SEO-копірайтинг, це техніка створення текстів для сайту, яка враховується не тільки особливістю сприйняття користувачем, а й необхідна для просування в пошуковій системі. Такі роботи мають свою ціну виходячи з обсягу необхідних матеріалів.

6. Розкрутка сайту. Повністю готовий і наповнений інформацією сайт не гарантуватиме потік користувачів. Для того щоб на сайт заходили відвідувачі, про нього в першу чергу хотілося б сказати. Більшість користувачів заходять на сайти через пошукові системи, отже, популярність ресурсу буде залежати від його позиції в рейтингу результату пошуку. Щоб підвищити відвідуваність сайту, його в першу чергу треба зареєструвати в пошукових системах, так само можна зробити обмін посиланнями, або банерами.

7. Підтримка сайтів. Тут слід врахувати, яким чином будуть добавлятися або редагуватися матеріали і розділи сайту. Можливо, буде потрібно зробити архів статей, куди будуть потрапляти не актуальні новини. Для таких цілей виділяється співробітник, який буде стежити за частотою оновлення, надавати свіжу інформацію, прибирати стару. Ресурс можна оновлювати як самостійно, так і за допомогою підтримки спеціалістів.

У роботі [41] нами описано особливості реалізованого електронного портфоліо інженера-механіка.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.7 Висновки до розділу

У розділі оглядово висвітлено структур САПР, та викладено методику проектування технологічних процесів виготовлення деталей з допомогою спеціалізованого пакету прикладних програм „ТПП САПР”. Показано алгоритм та особливості підготовки вихідної інформації для автоматизованого проектування технологічного процесу виготовлення стакану ЖВМ 20.279 з допомогою ППП «ТехноПро». Описано етапи розробки web-сайту портфоліо інженера-механіка.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1 Уточнення розгорнутої програми виробництва на дільниці

Виробничу програму дільниці визначають виходячи з виробничої програми заводу з урахуванням встановленого проценту запасних частин. При цьому необхідно мати на увазі, що часто деталі та складальні одиниці виготовляють заводи-суміжники.

Таблиця 6.1 – Подетальна річна виробнича програма

№ п/п	№ креслення		Назва деталі	Марка матеріалу	Вид заготовки	Кількість деталей на виріб	% на запасні частини	Кількість деталей			Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовок	деталей
1	ЖВМ 20.27	ЖВМ 20.279	Стакан	Сталь 45	Відливка	2	5	45000	5000	50000	4,24	3,56	233,2	195,8

6.2 Розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів

Трудомісткість механічної обробки при детальному проектуванні визначається за технологічним процесом згідно рекомендацій, як сума штучних часів по всіх операціях [2]:

$$T_M = \sum T_{um} \quad (6.1)$$

					ДРМ 18-374.00.00												
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування виробничого цеху							Літ.	Арк.	Аркушів			
Розробив	Банашко																
Перевірів	Васильків																
Рецензент																	
Н. контр.	Ткаченко																
Затвердив	Пилипець											ТНТУ, каф. ТМ, Група МТм-51					

$$T_M = \sum T_{um} = 42,49 \text{ хв.}$$

6.3 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання

Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення стакана ЖВМ 20.279 наведена в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення стакана ЖВМ 20.279

№ п/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт.	Габарити, мм
1	005 Токарна з ЧПК	Оброблювальний центр мод.ОВМ21	1	7360×2915
	Всього		1	

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

- установка для промивання деталей;
- контрольний стіл.

6.4 Вибір типу вантажопідійомних і транспортних засобів

В даному випадку для потреб дільниці в якості міжопераційного транспорту приймемо електрокари з підйомною платформою вантажопідйомністю 0,5 т. [12].

Визначимо кількість електрокарів [42]

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{np}}{Q_e \cdot k_e \cdot F_d \cdot 60}, \quad (6.2)$$

де Q – річний вантажообіг, $Q = 4,24 \cdot 50000 = 212000 \text{ кг} \approx 212 \text{ т}$;

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів, $k_n = 1,25$ [42];

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_{np} – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, $T_{np} \approx 20$ хв.;

Q_e – вантажопідйомність одного транспортного засобу, $Q_e = 0,5$ т.;

k_e – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспорту, $k_e = 0,8$ [42];

F_o – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, $F_o = 4015$ год.

$$E = \frac{212 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 4015 \cdot 60} = 0,05 \text{ шт.}$$

отже приймаємо 1 електрокар.

Для переміщення деталей між позиціями механічної обробки використовуються підвісний ланцюговий конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

Кількість підйомних кранів для складальних робіт може визначатися розрахунковим методом, але доцільніше кількість підйомних засобів приймати на основі графіків складання, у яких наводиться тривалість роботи крана на кожній операції.

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за формулою [12]

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (6.3)$$

де N – кількість деталей, що транспортуються за зміну, $N = 3850$ шт.;

i – середня кількість транспортних операцій на одну деталь, $i = 3$;

$T_{кр}$ – загальний час пробігу крана, $T_{кр} = 25$ хв.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 480$ хв.;

m – кількість деталей, що переміщуються одночасно, $m = 200$ шт.

$$K = \frac{3850 \cdot 3 \cdot 25}{200 \cdot 480} \approx 3 \text{ шт.}$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Укрупнено кількість кранів можна приймати: для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.

6.5 Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху

Визначення загальної площі механоскладального цеху базується на даних про трудомісткість робіт за розробленими технологічними процесами виготовлення деталей вузла центрального редуктора в умовах виробництва базового підприємства. Вихідні дані:

- загальна кількість верстатів цеху – 104 шт.;
- кількість верстатів заточувальної ділянки – 4 шт.;
- кількість верстатів цехової ремонтної бази – 2 шт.;
- кількість верстатів ділянки ремонту спорядження – 6 шт.;
- кількість контрольних столів – 12 шт.;
- габарити всіх верстатів – середні.

Виробнича площа ділянки по визначається по питомій площі на одиницю обладнання по нормах технологічного проектування [12].

$$S_M = N \cdot S_{II}, \quad (6.4)$$

де N – кількість верстатів в цеху, шт.;

S_{II} – питома площа на один верстат, $S_{II} = 18...25 \text{ м}^2$ [12].

$$S_M = 104 \cdot 25 = 2600 \text{ м}^2.$$

Площа складально-випробувального відділення згідно рекомендацій [1] приймається в межах 30...40% від площі механічного відділення. Приймаємо 30% від $2600 \text{ м}^2 = 780 \text{ м}^2$.

Допоміжна площа складається з площ, зайнятих допоміжними відділеннями:
– відділення заточування інструменту;

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість заточувальних верстатів – 4, питома площа – 8...10 м². Отже площа заточного відділення = 40 м².

– цехова ремонтна база;

Кількість верстатів ЦРБ – 2, питома площа – 30 м², отже загальна площа = 60 м².

– відділення ремонту спорядження та інструменту;

Для наявної кількості верстатів при питомій площі 22...30 м² площа відділення буде 132 м².

– контрольне відділення;

Площа відділення визначається із розрахунку 5...6 м² на одного контролера, отже площа контрольного відділення – 5×12 = 60 м².

– склади матеріалів і заготовок;

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю [42]

$$F_3 = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (6.5)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, $M_{\Sigma} = 2360$ т.;

t – кількість робочих днів зберігання заготовок на складі, $t = 6$;

q – допустиме навантаження на 1 м² площі підлоги складу, $q = 1,4$ т/м²;

k_B – коефіцієнт використання площі складування, $k_B = 0,3...0,4$.

$$F_3 = \frac{2360 \cdot 6}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,39} = 100 \text{ м}^2.$$

– проміжний склад;

Проміжний склад призначений для міжопераційного нагромадження вузлів і деталей і його площа визначається за формулою 6.5.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_3 = \frac{2360 \cdot 1}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 22 \text{ м}^2.$$

– відділення для приготування і роздачі охолоджуючих рідин, склад масел;

Площа цього відділення визначається за рекомендаціями [12] в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 70 м².

– відділення для збирання і переробки стружки;

Площа цього відділення визначається аналогічно до попереднього і приймається рівною 104 м².

– інструментально-роздавальна комора;

Норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості верстатів механічного відділення. Приймаємо площу рівною 44 м².

Площа службово-побутових приміщень приймається рівною 25...30% площі цеху. Приймаємо площу рівною 25%, а отже – 1105 м².

Площа ділянки для виготовлення вісі ЖВМ 20.279 залежить від розмірів та маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах 14...18 м², для середніх – 18...22 м², для важких – 22...30 м² [42].

Таблиця 6.3 – Площа ділянки для виготовлення стакана ЖВМ 20.279

Обладнання (верстат)	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м ²
Оброблювальний центр	ОВМ21	7360×2915	важкий	25
Слюсарний верстак	—	1500×1000	—	6
Промивочна машина	—	1500×1000	—	6
Контрольний стіл	—	2000×1000	—	6
Місця склад. заг. і дет.	—	—	—	19
Загальна площа ділянки механічної обробки				62

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.4 – Відомість площ цеху

№ п/п	Назва відділення	Площа, м ²
1	Механічне	2600
2	Складальне	780
3	Заточувальне	40
4	Цехова ремонтна база (ЦРБ)	60
5	Спорядження та інструменту	132
6	Контрольне	60
7	Склад матеріалів і заготовок	100
8	Проміжний склад	22
9	Склад мастильно-охолоджувальних рідин (МОР)	70
10	Відділення для переробки стружки	104
11	Інструментально-роздавальна комора (ІРК)	44
	Всього	3910
12	Магістральні проїзди (12...15% від площі всіх відділень цеху)	508
	Всього	4418
13	Службово-побутові приміщення	1105
	Всього	5523

6.6 Визначення кількісного складу працюючих на дільниці

На дільниці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні наступні категорії працюючих: виробничі робітники; допоміжні робітники; інженерно-технічні працівники; молодший обслуговуючий персонал; лічильно-контрорський персонал.

Кількість виробничих робітників-верстатників механічного відділення визначається в залежності від кількості верстатів за формулою [42]

$$P_B = \frac{C_{ПР} \cdot F_D \cdot k_z}{F_{оп} \cdot k_б}, \quad (6.6)$$

де $C_{ПР}$ – прийнята кількість обладнання;

F_D – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при прийнятому режимі роботи, $F_D = 4015$ год. [42];

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, $k_3 = 0,34$;

F_{op} – дійсний річний фонд часу роботи робітників, $F_{op} = 1820$ год.;

k_6 – коефіцієнт багатостатного обслуговування, $k_6 = 1,6$.

$$P_B = \frac{1 \cdot 4015 \cdot 0,34}{1820 \cdot 1,6} = 0,46 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_6 = 1$ чоловік.

Кількість працюючих інших категорій приймаємо згідно рекомендацій [42] і отримані результати заносимо в таблицю 6/5.

Таблиця 6.5 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	За формулою	—	1
Слюсарі	в % відношенні	1...3	—
Допоміжні робітники	в % відношенні	35...50	1
МОП	в % відношенні	2...3	—
ІТП	в % відношенні	10...13	—
ЛКП	в % відношенні	4...5	—
Всього			2

Кількість контролерів ВТК приймається в крупносерійному виробництві 8...10% від кількості виробничих робітників механічного відділення. Приймаємо кількість контролерів – 1.

6.7 Визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі

Основні розміри цеху вибираються з урахуванням розрахункової площі цеху на базі використання уніфікованих типових секцій. Виробничі площі цеху розміщуються в одноповерховій без крановій будівлі прямокутної форми з сіткою колон 18×12 м. Висота прольоту складає 7,8 м. Розміри будівлі цеху 54×84 м., відповідно площа становить 4536 м².

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДРМ 18-374.00.00

Допоміжні приміщення прибудовані із бічної сторони цеху з шириною 12 м, сіткою колон 6×6 і число поверхів 2. Висота поверхів приймається рівною 4,2 м. Загальна площа – 1152 м².

При каркасній конструкції будівлі використовується збірний залізобетонний фундамент стаканного типу. На нього опираються колони і фундаментні балки. Уніфіковані залізобетонні колони приймаються розмірами 500×500×6900 мм.

Фахверкові колони також залізобетонні, оскільки використовуються шестиметрові стінні панелі трьохшарові залізобетонні. В уніфікованих типових секціях передбачено для стропильних і підстропильних конструкцій тільки одну ферму з довжиною міжпрольотної відстані – 18 м, а для під стропильних – 12 м.

Для бокових світлопроемів використовуються віконні рами із сталевих і пластмасових матеріалів із заповненням їх великорозмірним листовим склом, з використанням сонцезахисних пристроїв.

Ворота розсувні, дерев'яні з залізним каркасом – 4×4,2 м, обладнані повітряними тепловими завісами. Двері використовуються розміром 1,5×2,4 м і розміщуються на рівних відстанях між собою по периметру будівлі.

Покрівля скатна, з залізобетонних плит розмірами 3×6 м. По плитах укладається утеплювач із дерев'яно-волокнистих плит. По утеплювальних плитах вкладається асфальтна стяжка, на яку за допомогою мастик наклеюється водоізоляційний килим з 5-и шарів рулонних матеріалів, 3-и нижні шари виконуються із таль-шкіри, 2-а верхніх – із руберойду.

Підлога в цеху виконана з полімерцементним покриттям, яке допускає технологічне навантаження 3..5 т/м², використання води, мінеральних масел і емульсій і має низьку трудомісткість очищення.

6.8 Розробка компоувального плану цеху

Компоувальний план – це схематичний план виробничої будівлі із зображенням на ньому цехів, відділень, діляниць, допоміжних службових

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщень, проходів, проїздів без розміщення основного технологічного обладнання.

Призначення компоувального плану – це взаємна ув'язка цехів, відділень і ділянок, які входять в склад корпусу, вибір оптимальних напрямків виробничого процесу, внутрішнього транспорту, вантажних і людських потоків, а також допоміжних і службово-побутових приміщень.

Вихідними даними для складання компоувального плану є: технологічна схема генплану і схема вантажопотоків; склад цехів і розміри площ всіх відділень і приміщень; прийнята схема будівлі; основні будівельні параметри і загальна схема будівлі.

На компоувальному плані з допомогою прийнятих умовних позначень зображено: основні стіни; межі цехів і ділянок, допоміжні устаткування і споруди; основні вантажопідйомні і транспортні засоби; основні проїзди і проходи; тунелі, перехідні канали з вказуванням висотних відміток для них відносно підлоги першого поверху.

До компоувального плану додається поперечний розріз прольоту виробничої будівлі, виконаний в масштабі 1:50.

Всі відділення цеху розташовується в напрямку загального виробничого потоку в наступній послідовності:

- а) майданчики для складування заготовок розташовуються на початку кожної потокової лінії;
- б) майданчики для складування готових деталей розташовуються в кінці верстатних ліній після відділень технічного контролю;
- в) за складами заготовок розташовуються верстатні відділення;
- г) в кінці верстатних відділень передбачається поперечний проїзд шириною 4 м;
- д) за проїздом розташовуються відділення технічного контролю;
- е) заточувальне відділення, інструментальний склад та інші допоміжні відділення розміщуються збоку потоку, щоб не заважали рухові деталей.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складські приміщення в цеху (склад матеріалів і заготовок, проміжний склад, роздавально-інструментальний склад) відділяються від верстатного відділення сіткою висотою 2,5 м, а контрольне і заточувальне відділення – скляною перегородкою.

Компонувальний план цеху виконано в масштабі 1:200.

6.9 Розробка плану розміщення обладнання

План розміщення обладнання розробляється на основі і відповідності з компонувальним планом цеху і розташуванням будівельних елементів будівлі. Розробка плану розміщення обладнання виконувалась в середовищі пакету AutoCAD з використанням плоских темплетів.

Основним принципом при складанні плану розміщення обладнання на дільниці механічної обробки є забезпечення прямоочності руху деталей в процесі їх обробки у відповідності з технологічним процесом, а також встановлення оптимальних відстаней між обладнанням, колонами, стінами.

Спосіб розміщення обладнання вибираємо за типом виробництва [12]. Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій

$$K_{zo} = O/P, \quad (6.7)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Річна програма випуск деталей $N = 50000$ шт. Розрахунок типу виробництва проводимо за даними базового технологічного процесу.

Число операцій закріплених за одним робочим місцем

$$O = \frac{60 \cdot F_M \cdot k_e \cdot \eta}{T_{um} \cdot N_M}, \quad (6.8)$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де F_M – місячний фонд роботи обладнання при двохзмінному режимі, год.,

$$F_M = 4015 / 12 = 324,17 \text{ год.};$$

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

η – середній коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta = 0,8$;

T_{um} – штучний час використання операцій на верстаті (згідно базового технологічного процесу).

N_M – місячна програма випуску деталей, шт.;

$$N_M = N / 12 = 50000 / 12 = 4166,6 \text{ шт.}$$

Розраховуємо число операцій закріплене за одним робочим місцем

$$005 \quad O_{p.m.1} = \frac{60 \cdot 324,17 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{4166,6 \cdot 3,92} = \frac{4,24}{3,92} = 1,08;$$

$$010 \quad O_{p.m.2} = \frac{4,24}{12,32} = 0,34;$$

$$015 \quad O_{p.m.3} = \frac{4,24}{8,9} = 0,47;$$

$$020 \quad O_{p.m.4} = \frac{4,24}{0,84} = 5,04;$$

$$025 \quad O_{p.m.5} = \frac{4,24}{1,03} = 4,11;$$

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{1,08 + 0,34 + 0,47 + 5,04 + 4,11}{5} = 2,2.$$

Отже, тип виробництва – крупносерійний, оскільки $1 < K_{зо} < 10$.

Оскільки тип виробництва крупносерійний то рекомендований спосіб розміщення обладнання – по ходу технологічного процесу [7].

Дозавантаження обладнання проводиться за рахунок обробки на даній ділянці інших деталей.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Методика обґрунтування економічної ефективності

Обґрунтування економічної ефективності дипломного проекту передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих на ділянці на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів усіх грошових затрат на будівництво, оснащення ділянки та її експлуатацію.

Виконувані розрахунки дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок.

При цьому визначають:

- величину капітальних вкладень;
- втрати виробництва;
- собівартість одиниці продукції;
- величину нормованих оборотних засобів;
- техніко-економічні показники ділянки.

Вихідні дані для розрахунку:

- річна програма випуску $N = 50000$ шт;
- тип виробництва – крупносерійний;
- характеристики операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт;
- маса стакана ЖВМ $20.279 m = 3,56$ кг; маса її заготовки $m = 4,24$ кг.

Технологічна собівартість операції технологічного процесу в загальному випадку визначається за формулою:

					ДРМ 18-374.00.00			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розробив	Банашко				Обґрунтування економічної ефективності	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів	Васильків							
Консультан								
Н.контр.								
Затвердив	Пилипець							
						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		

де M_0 – витрати на основні матеріали з відрахуваннями вартості відходів, які реалізуються.

$$M_0 = H_{\text{в.ом.}} \cdot K_{\text{тз}} \cdot C_{\text{м}} + B_{\text{відх.}} \cdot C_{\text{відх.}} \quad (7.4)$$

де $H_{\text{в.ом.}}$ - норма витрат основного матеріалу;

$K_{\text{тз}}$ - коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат, $K_{\text{тз}} = 1,08$;

$C_{\text{м}}$ - ціна 1 кг матеріалу, $C_{\text{м}} = 6,6$ г.о./кг;

$B_{\text{відх.}}$ - маса відходів, кг;

$C_{\text{відх.}}$ - вартість 1 кг відходів, $C_{\text{відх.}} = 0,66$ г.о./кг.

$$H_{\text{в.ом.}} = M_{\text{н1}} \quad (7.5)$$

де $M_{\text{н1}}$ - норма витрат основного матеріалу стакану ЖВМ 20.279, $M_{\text{н1}} = 3,56$ кг;

$$H_{\text{в.ом.}} = 3,56 \text{ кг}$$

$$B_{\text{відх.}} = (B_{\text{з1}} - M_{\text{н1}}) \quad (7.6)$$

де $B_{\text{з1}}$ - маса заготовок.

$$B_{\text{відх.}} = (4,24 - 3,56) = 0,68 \text{ кг}$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$M_o = 3,56 \cdot 1,08 \cdot 6,6 + 0,66 \cdot 0,68 = 25,8 \text{ г.о./шт.}$$

Розрахунок витрат пов'язаних з виконанням технологічних операцій виконується на базі нормативів різних витрат, які припадають на 1 годину роботи обладнання.

Для операцій механічної обробки технологічна собівартість операцій.

$$C_{m.o} = H \cdot T_n / 60 \cdot 100, \text{ г.о.} \quad (7.7)$$

де T_n – норма часу на виконання операцій, хв;

H – сума нормативів, г.о. /год, в яку входять:

$H_{зв}$ – норма витрат на оплату праці верстатникам;

$H_{зн}$ – норма витрат на оплату наладчика;

$H_{се}$ – норма витрат на силову електроенергію;

$H_{д.м}$ – норма витрат на допоміжні матеріали;

$H_{пр}$ – норма витрат на пристрої;

$H_{вим}$ – норма витрат на вимірювальні інструменти;

$H_{рі}$ – норма витрат на ріжучий інструменти;

$H_{ао}$ – норма витрат на амортизацію обладнання;

$H_{пл}$ – норма витрат на площу.

Витрати на оплату праці (з відрахуваннями) основних робітників, які забезпечують даний технологічний процес визначається за залежністю

$$Z_{op} = T_n \cdot F_{т.с} \cdot Y_{бр} \cdot K_{дп} \cdot K_{дв} \cdot K_{сс} / 60 \cdot H_{об}, \text{ г.о.} \quad (7.8)$$

де T_n – норма часу на виконання процесу, операції, хв;

$F_{т.с}$ – годинна тарифна ставка відповідного тарифного розряду роботи по виконанню процесу, г.о.;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

U_{op} – кількість чоловік в бригаді, які забезпечують даний технологічний процес;

$K_{оп}$ – коефіцієнти доплати за відпрацьований час;

$K_{ов}$ – коефіцієнти доплати за невідпрацьований час;

K_{cc} – коефіцієнти відрахувань на соціальне та медичне страхування;

$H_{об}$ – норма обслуговування верстатів.

Витрати на оплату праці з відрахуваннями інших категорій, які безпосередньо забезпечують виконання технологічного процесу, визначаються відповідно до конкретної ситуації:

а) Якщо наладчику оплачується кожне налагоджене обладнання, то витрати на одну операцію складатимуть

$$Z_{ip} = T_{нал} \cdot \Gamma_{тс} \cdot K_n \cdot K_{pn} \cdot K_{ов} \cdot K_c / \mathcal{C}_p \text{ з.о.} \quad (7.9)$$

де $T_{нал}$ – налагодження, год;

$\Gamma_{тс}$ – годинно-тарифна ставка наладчика, з.о.;

K_n – кількість налагоджень за рік;

\mathcal{C}_p – річний обсяг операцій.

б) якщо операція виконується на верстаті, за яким постійно закріплено наладчика:

$$Z_{ip} = \Phi_{op} \cdot \Gamma_{тс} \cdot K_n \cdot K_{pn} \cdot K_{ов} \cdot K_c / \mathcal{C}_p \cdot H_{об}, \text{ з.о.} \quad (7.10)$$

де Φ_{op} – річний фонд часу роботи наладчика, год;

$H_{об}$ – норма обслуговування наладчиком групи подібних верстатів.

в) якщо операція виконується на обладнанні, роботу якого безпосередньо забезпечує кілька працівників, то витрати на оплату праці сумуються.

Витрати на утримання і експлуатація технологічного обладнання є комплексними і включають наступні елементи:

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$B_{\text{то}} = B_a + B_p + B_e + B_d, \text{ з.о.} \quad (7.11)$$

де B_a – витрати на амортизацію обладнання;

B_p – витрати на технічне обслуговування і ремонт;

B_e – витрати на енергію;

B_d – витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання.

Амортизаційні відрахування на універсальному обладнанні на операцію.

$$B_{\text{ay}} = B_{\sigma} \cdot H_{\text{ap}} \cdot E_n / \Phi_{\text{д.о}} \cdot 60 \cdot 100 \quad (7.12)$$

де B_{σ} – балансова вартість обладнання (з врахуванням транспортних, монтажних пусконаладжувальних робіт), з.о.;

H_{ap} – норма амортизації обладнання на реновації, %;

$\Phi_{\text{д.о}}$ – річний фонд часу роботи обладнання, год.

Амортизаційні відрахування на спеціальне і прирівнене до нього обладнання.

$$B_{\text{ac}} = B_{\sigma} \cdot H_{\text{ap}} / \mathcal{C}_p \cdot 100 \text{ з.о.} \quad (7.13)$$

де H_{ap} – приймається за нормативними документами або за даними базового підприємства.

Витрати на технічні обслуговування і ремонт охоплюють витрати на всі види ремонту, міжремонтне обслуговування і огляди.

Ці витрати визначають за формулою:

– для універсального обладнання

$$B_{p,y} = (P_{\text{см}} \cdot H_{\text{вм}} + P_{\text{ес}} \cdot H_{\text{в.с}} + H_{\text{вп}}) T_n / \Phi_{\text{д.о}} \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.14)$$

– для спеціального обладнання

$$B_{p,y} = (P_{\text{см}} \cdot H_{\text{вм}} + P_{\text{ес}} \cdot H_{\text{в.с}} + H_{\text{вп}}) T_n / \mathcal{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.15)$$

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де P_{cm} – категорія ремонтної складності механічної частини обладнання в ремонтних одиницях;

P_{ec} – категорія ремонтної складності електричної частини обладнання в ремонтних одиницях;

$H_{e.c}$ – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності механічної частини, г.о.;

H_{en} – норматив річних витрат та механічне обладнання і ремонт пристрою програмного управління, г.о.;

$P_{cm}, P_{ec}, H_{em}, H_{en}, H_{e.c}$ – приймаються по даних нормативних документів.

Витрати на енергію, не враховані при попередніх розрахунках (електроенергію, пару, газ, стиснуте повітря, воду для механічних потреб) залежать від виду енергоносія, який застосовується. Зокрема на силову енергію визначаються за формулою:

$$B_{ed} = P_{\partial} \cdot T_n \cdot K_y \cdot K_n \cdot U_e / K_{\partial} \cdot K_m \cdot 60, \text{ г.о.} \quad (7.16)$$

де P_{∂} – сумарна потужність електродвигунів обладнання, кВт;

K_y – коефіцієнти використання двигунів за часом і потужністю;

$K_{\partial}; K_m$ – коефіцієнти корисної дії електродвигунів і мережі: $K_{\partial} = 0,8 - 0,9$; $K_m = 0,9 - 0,94$.

Потужність електродвигунів приймаються за паспортними даними верстата, значення коефіцієнтів K_y і K_n приймаються з довідникової літератури.

Витрати на стиснене повітря з розрахунку на операцію становлять

$$B_{cn} = H_{vno} \cdot C_{cn} / 1000 = T_n \cdot H_{vng} \cdot C_{cn} / 1000 \cdot 60, \text{ г.о.} \quad (7.17)$$

де H_{vno} – норма витрат повітря з розрахунку на операцію, м³;

H_{vng} – годинна норма витрат стисненого повітря, м³/год;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

C_{cn} – ціна 1000 m^3 стисненого повітря.

Витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання визначаються з нормативу даних витрат на 1 ремонтну одиницю транспортних засобів.

Для універсального обладнання:

$$B_{\partial y} = T_n \cdot H_{\partial m} \cdot P_{cm} / \Phi_{\partial o} \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.18)$$

Для спеціального обладнання:

$$B_{\partial c} = H_{\partial m} \cdot P_{cm} / \mathcal{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.19)$$

де $H_{\partial m}$ – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності.

Витрати на експлуатацію технологічного оснащення, що використовується при виконанні операції, доцільно врахувати тільки по складних і дорогих пристроях та приладах.

Ці витрати з розрахунку на операцію становлять:

– для універсальних пристроїв:

$$B_{np y} = B_{\partial np} \cdot K_{\partial p} \cdot T_n / \Phi_{\partial o} \cdot T_a \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.20)$$

– для спеціальних пристроїв:

$$B_{np c} = K_{\partial} \cdot B_{\partial np} \cdot K_{\partial p} \cdot T_a \cdot \mathcal{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.21)$$

де $B_{\partial np}$ – балансова вартість пристроїв, з.о.;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

K_{ep} – коефіцієнти витрат на утримання і ремонт;

T_a – термін амортизації, років;

K_0 – кількість дублерів оснащення.

Балансова вартість універсального оснащення визначається за його преїскурантною ціною та транспортно-заготівельними витратами, спеціального – за кошторисом витрат на проектування, виготовлення і налагодження.

Значення нормативів K_{ep} і T_a приймаються по даних базового підприємства. Значення T_a для спеціальних пристроїв не повинно перевищувати тривалості життєвого циклу.

В разі використання універсально-збірного оснащення витрати на нього визначають як вартість його прокату.

Якщо універсальне оснащення застосовується тільки при виконанні даної операції і використовувати його в інших технологічних процесах не можливо, то витрати на нього визначають як для спеціального обладнання.

Витрати на ріжучий інструмент, що припадають на операцію, вимагають витрати на застосування, ремонт і відновлення.

Ці витрати на операцію становлять:

– на універсальний ріжучий інструмент

$$B_{iny} = (C_{in} \cdot K_{yb} \cdot K_{ep} + K_{nep} \cdot B_{nep}) T_{маш} / T_{cm} (K_{nep} + 1) \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.22)$$

– спеціальний ріжучий інструмент

$$B_{inc} = (C_{in} \cdot K_{yb} \cdot K_{ep} + K_{nep} \cdot B_{nep}) / T_a \cdot \mathcal{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.23)$$

де C_{in} – вартість інструменту (в тому числі і транспортно-заготівельні витрати), з.о.;

K_{yb} – коефіцієнти випадкових збитків;

K_{nep} – кількість переточувань;

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$B_{пер}$ – витрати на переточування;

$T_{маш}$ – машинний час виконання операцій, *хв.*;

$T_{ст}$ – стійкість інструменту, *год.*

Ціни на інструменти наведені у відповідних прейскурантах. Нормативи $K_{уб}$, $K_{пер}$, $T_{ст}$ приймаються за даними базового підприємства.

Витрати на переточування інструменту:

$$B_{пер} = T_{пер} \cdot T_{мс} \cdot K_{дн} \cdot K_{дв} \cdot K_{сс} \cdot K_{нв} , \text{ з.о.} \quad (7.24)$$

де $T_{пер}$ – середня норма часу на переточування інструменту, *хв.*;

$K_{нв} = 1,8 - 2,2$ – коефіцієнти, які враховують накладні витрати.

Витрати на вимірювальний інструмент визначаються за такою ж методикою, що і витрати на різальний інструмент. Нормативи приймаються по даних базового підприємства.

Витрати на розробку і відлагодження програм для верстатів ЧПК залежать від складності операції та способу розробки програм і визначаються за методикою і нормативами базового підприємства.

В зальному випадку дані витрати з розрахунку на одну операцію становлять:

$$B_m = B_{пр} \cdot K_{вдн} / Ч_p \cdot T_a , \text{ з.о.} \quad (7.24)$$

де $B_{пр}$ – витрати на розробку та відлагодження програм, *г.о.*;

$K_{вдн}$ – коефіцієнт, який враховує відновлення програмоносія;

T_a – термін амортизації витрат.

Витрати на експлуатацію виробничих площ охоплюють амортизацію, витрати на ремонт, опалення, освітлення та прибирання з розрахунку на площу, зайняту робочим місцем (включаючи обладнання), де виконується операція. Для робочих місць, де встановлено спеціальне обладнання, витрати щодо площі з розрахунку на одну операцію становлять.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$B_{плс} = П_{пр} \cdot H_{рпл} / Ч_p, \text{ з.о.} \quad (7.26)$$

Для робочих місць з обладнанням універсального типу

$$B_{плу} = П_{пр} \cdot H_{рпл} \cdot T_n / \Phi_{д.о} \cdot 60, \quad \text{з.о.} \quad (7.27)$$

де $П_{пр}$ – площа робочого місця, $м^2$;

$H_{рпл}$ – нормативи річних витрат на утримання 1 $м^2$ виробничої площі, прийняті за даними базового підприємства, *з.о.*

Інші елементи витрат, які надають безпосереднє відношення до певної операції, визначаються виходячи з конкретних умов виконання даної операції.

7.2 Результати розрахунків

Результати усіх рахунків по визначенню основних технічно-енергетичних показників оформлені у вигляді таблиць 7.1 і 7.2, наведених нижче.

7.3 Висновки до розділу

За результатами проведених розрахунків визначено економічну ефективність прийнятих технічних рішень. Економічний ефект досягнуто за рахунок скорочення кількості технологічного устаткування, а відповідно й виробничих площ, кількості зайнятого виробничого персоналу.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

БАЗОВИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.1 – Витрати на допоміжні матеріали

Номер операції	Найменування матеріалу чи палива	Норма розходу матеріалу, кг/рік	K_{m3}	Кількість верстатів, шт.	Програма випуску, шт.	Норма розходу на одну операцію	Оптимальна ціна, г.о./кг	Матеріальні витрати на одну операцію
005	Масло	800		1		0,017	2,3	0,0397
010	Масло	800		1		0,017	2,3	0,0397
015	Масло	800	1,08	1	50000	0,017	2,3	0,0397
020	Емульсія	1300		1		0,028	0,62	0,0174
025	Емульсія	1300		1		0,028	0,84	0,0253
Сума								0,1618

Таблиця 7.2 – Розрахунок вартості електроенергії для технологічних цілей без врахування витрат на силову енергію

Номер операції	Модель верстату	Потужність приводу верстату, кВт	Потужність транспортних операцій, кВт	Загальна потужність, кВт/год	Заводський тариф на електроенергію, г.о./кВт·год.	Кількість верстатів, шт.	k	Час роботи обладнання, хв	Матеріальні витрати, г.о.
005	16K20Ф3	11		14		1	0,061	24	11,068
010	16K20Ф3	11		14		1	0,061	28	12,912
015	16K20Ф3	11	3,0	14	0,54	1	0,061	28	12,912
020	2H135	4		7		1	0,061	20	4,612
025	Верстак	3		6		1	0,061	10	1,976
Сума									43,48

Таблиця 7.3 – розрахунок витрат на оплату праці основних виробничих робітників та інших категорій

Номер операції	$T_{ш}$, хв	k_{Σ}	k	$T_{мс}$, г.о./год	M	Перехідний коефіцієнт	$Z_{op} + Z_{ip}$, г.о.
005	3,92						0,265
010	12,32						0,834
015	8,9	1,52	1,1	2,43	1	1/60	0,602
020	0,84						0,056
025	1,03						0,069
						Сума	1,826

Таблиця 7.4 – Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Номер операції	Модель верстату	Оптова ціна, г.о.	Кількість верстатів, шт.	H_{ap}	Балансова вартість верстату, г.о.	Термін окупності	Програма випуску, шт.	Коефіцієнт завантаження обладнання	Матеріальні витрати, г.о.
005	16K20Ф3	33340	1		36674			0,867	0,387878
010	16K20Ф3	33340	1		36674			0,892	0,387878
015	16K20Ф3	33340	1	1,1	36674	7	50000	0,967	0,387878
020	2Н135	23840	1		26224			0,91	0,231141
025	Верстак	21450	1		23595			1,03	0,103984
								Сума	1,498173

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ДРМ 18-374.00.00				

Продовження таблиці 7.8

	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
	ШЦ 8700-4025-06	1	86				0,01365
	Пробка (Ø58)	1	52				0,008254
	Пробка (Ø85)	1	52	0,1556	28		0,008254
	Шаблон (71)	1	30				0,004762
	Шаблон (1,9)	1	30				0,004762
	Шаблон (12)	1	30				0,004762
	Шаблон (1×45°)	1	30				0,004762
	Шаблон (4)	1	30				0,004762
	Шаблон (2,5×45°)	1	30				0,004762
	Скоба (Ø100)	1	58				0,0095
	Скоба (Ø95,3h9)	1	60				0,009524
020	Свердло (Ø11)	6	1,2	0,1556	20	0,45	0,26998
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
025	Напильник	1	10	-	10	-	0,001587
						Сума	30,52335

Таблиця 7.9 – Розрахунок витрат на експлуатацію виробничих площ

Номер операції	Модель верстату	Габаритна площа, м ²	$k_{пл}$	Площа робочого місця, м ²	$N_{рпл}$, г.о./м ²	T_n , хв	$\Phi_{д.о.}$ год	Матеріальні витрати, г.о.
005	16К20Ф3	10,83	2,2	23,85		24		0,080706
010	16К20Ф3	10,83	2,2	23,85		24		0,080706
015	16К20Ф3	10,83	2,2	23,83	34,0	28	4015	0,094157
020	2Н135	3,3	3,2	11,55		20		0,032603
025	Верстак	2,72	2	5,44		10		0,007678
						Сума		0,29585

					ДРМ 18-374.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

ПРОЕКТНИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.12 – Витрати на допоміжні матеріали

Номер операції	Найменування матеріалу чи палива	Норма розходу матеріалу, кг/рік	K_{m3}	Кількість верстатів, шт.	Програма випуску, шт.	Норма розходу на одну операцію	Оптимальна ціна, г.о./кг	Матеріальні витрати на одну операцію
005	Масло	1300	1,08	1	50000	0,028	3,3	0,0926

Таблиця 7.13 – Розрахунок вартості електроенергії для технологічних цілей без врахування витрат на силову енергію

Номер операції	Модель верстату	Потужність приводу верстату, кВт	Потужність транспортних операцій, кВт	Загальна потужність, кВт/год	Заводський тариф на електроенергію, г.о./кВт.год.	Кількість верстатів, шт.	k	Час роботи обладнання, хв	Матеріальні витрати, г.о.
005	ОВМ21	11	3,0	14	0,54	1	0,061	55	25,364

Таблиця 7.14 – розрахунок витрат на оплату праці основних виробничих робітників та інших категорій

Номер операції	$T_{ш}$, хв	k_{Σ}	k	$T_{мс}$, г.о./год	M	Перехідний коефіцієнт	$Z_{op} + Z_{ip}$, г.о.
005	42.49	1,52	1,1	2,43	1	1/60	2,877

					ДРМ 18-374.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

Таблиця 7.19 – Витрати на ріжучий та вимірвальний інструмент

Номер операції	Назва інструмента	Кількість, шт.	Вартість, г.о.	Витрати на переточування Г.о.	T_n , хв	Стійкість інструменту, год	Матеріальні витрати, г.о.
005	Різець 2102-0311	1	24	0,1556	55	0,5	3,93
	Різець 2140-4009	1	24			0,5	3,93
	Різець 2102-4093	1	24			0,5	4,59
	Різець 2128-4329	1	24			0,5	4,59
	Різець канавочний	1	24			0,5	4,59
	Різець спеціальний	1	24			0,5	6,238
	Свердло (Ø11)	6	1,2			0,45	0,26998
	ШЦ II-250-0,05	1	86				0,013651
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
	ШЦ 8700-4025-06	1	86				0,013651
	Пробка (Ø58)	1	52				0,008254
	Пробка (Ø85)	1	52				0,008254
	Шаблон (71)	1	30				0,004762
	Шаблон (1,9)	1	30				0,004762
	Шаблон (12)	1	30				0,004762
	Шаблон (1×45°)	1	30				0,004762
	Шаблон (4)	1	30				0,004762
	Шаблон (2,5×45°)	1	30				0,004762
	Скоба (Ø100)	1	58				0,0095
	Скоба (Ø95,3h9)	1	60				0,009524
Напильник	1	10		0,001587			
						Сума	28,239814

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ДРМ 18-374.00.00					

Таблиця 7.20 – Розрахунок витрат на експлуатацію виробничих площ

Номер операції	Модель верстату	Габаритна площа, м ²	$k_{пл}$	Площа робочого місця, м ²	$H_{рпл}$, г.о./м ²	T_n , хв	$\Phi_{д.о.}$ год	Матеріальні витрати, г.о.
005	ОВМ21	12,2	2	24,40	34,0	55	4015	0,189406

Таблиця 7.21 – Розрахунок інших елементів витрат на виготовлення однієї одиниці продукції

№ п/п	Статті витрат	Матеріальні витрати, г.о.
1	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	2,56
2	Випробування, досліди та дослідження	1,32
	раціоналізація та винахідництво	0,93
3	Охорона праці	
4	Зношення малоцінного та швидко зрошувального інвентаря	0,88
		1,64
5	Інші витрати	
Сума		7,33

Таблиця 7.22 – Калькуляція технологічної собівартості продукції за проектним технологічним процесом

№ п/п	Статті витрат	Матеріальні витрати, г.о.
1	Витрати на основні матеріали з врахуванням вартості відходів, що реалізуються	30,8
2	Витрати на допоміжні матеріали для технологічних цілей та технологічного палива	0,0926
3	Витрати на електроенергія для технологічних цілей з	

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1. Виявлення та аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

В ході виробництва було вивчено та проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- Підвищені рівень шуму та вібрації;
- Підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- Підвищений рівень запиленості і загазованості повітря робочої зони;
- Підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- Забезпечення пожежної та вибухово пожежної безпеки;
- Мікрокліматичні умови на виробництві;
- Електричне освітлення в виробничих приміщеннях;
- Електробезпека.
- Рухомі частини виробничого устаткування, що пересуваються, вироби і заготовки;
- Стружка оброблюваних матеріалів, уламки інструментів,

8.2 Розробка заходів спрямованих на усунення факторів

8.2.1 Підвищений рівень шуму та вібрації

Шум на виробництві, який виникає при механічній обробки, завдає великої шкоди, шкідливо впливає на організм людини (погіршення слуху, глухота, порушується процес травлення), внаслідок чого знижується продуктивність.

					ДРМ 18-374.00.00			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Банашко				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	<i>Лім</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Васильків							
<i>Консульт</i>						МТм-61		
<i>Консульт</i>								
<i>Зав. каф.</i>	Пилипець							

8.2.3 Підвищений рівень запиленості і загазованості повітря робочої зони

Одним з необхідних умов здорової і високопродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря і нормальних умов мікроклімату в робочій зоні приміщення. Оптимальні і допустимі значення мікроклімату, а саме: температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-технические требования» в залежності від тяжкості виконуваної роботи і пори року. Для забезпечення мікроклімату та чистоти повітряного середовища ділянку обладнаний припливно-витяжною вентиляцією, яка видаляє забруднене або нагріте повітря з приміщення і подає в нього свіже повітря. Джерела інтенсивних виділень пилу при точінні, парів при митті і інші обладнані пристроями для місцевих відсмоктувачів. Забруднене повітря перед викидом в атмосферу очищають за допомогою фільтрів або спеціальних пристроїв (пилеосадкові камери, циклони, ротоклони). Для підігріву повітря в холодну пору року передбачені калорифери.

У виробничих умовах не завжди вдається усунути всі небезпечні і шкідливі виробничі фактори шляхом проведення загальнотехнічних заходів (пристрій вентиляції, екранування джерел теплового випромінювання та ін.). У цих випадках застосовують засоби індивідуального захисту. Органи зору захищаються окулярами не тільки від механічних пошкоджень, але і від теплового випромінювання. Органи дихання захищають фільтруючими засобами (респіратори та протигази). Захист шкіри обличчя, шиї і рук при роботі з їдкими різними речовинами здійснюється застосуванням захисних мазей і паст, які наносяться на шкіру перед початком роботи, а по закінченні її легко змиваються (ГОСТ 12.1.005-88; СНІП 2.2.4. 548-96).

									Арк	
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

8.2.4 Підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів

Джерелами значного променистого тепла є плавильні й сушильні печі, розплавлений метал, гарячі виливки і т. п. Утворюється при цьому інфрачервоне випромінювання не впливає безпосередньо на температуру повітря, але справляє негативний вплив на організм людини.

Для зниження шкідливого впливу променистого тепла на робочих близько плавильних печей і на ділянках завивки форм встановлюють системи повітряного душення зі збільшеною швидкістю руху повітря до 0,3-0,7 м/с (для легких робіт до 0,2-0,5 м / с) і проводять спеціальні профілактичні заходи, зміст яких висвітлюється в гл. II.

Тепловиділення в робочу зону від нагрітих зовнішніх поверхонь обладнання і трубопроводів значно знижуються при покритті їх теплоізоляційними матеріалами: магнезія, змішана з азбестом щодо 85: 15, асботерміт - суміш з відходів асбошиферного виробництва (70%), трепелу (20%) і азбесту (10%), піноскло тощо, у випадках, коли теплоізоляція неможлива за технологічними умовами, слід попередити потрапляння тепла в робочу зону шляхом влаштування безпосередньо у нагрітих поверхонь спеціальних кожухів - екранів з повітряною прошаркою або стаціонарних і пересувних екранів з азбесту і скловолокна на висоту робочої зони - близько 1,5-2 м.

Нагрітий до високої температури повітря в прокатних, термічних та інших цехах слід видаляти за допомогою вентиляційних пристроїв, забезпечивши доступ зовнішнього повітря замість видаленого.

Постачання питною водою є одним з важливих заходів, необхідних для нормального функціонування організму працюють в гарячих цехах.

При роботі в цих цехах організм робочого внаслідок інтенсивного потовиділення може втратити до 10-12 л води, а з нею близько 50-80 г солей. Така втрата води і солі організмом викликає сильну спрагу, яку не можна

									Арк	
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

задовольнити звичайною питною водою. Тому в гарячих цехах розміщують установки для приготування газованої води з вмістом 0,5% кухонної солі.

Газування води проводиться вуглекислим газом, який робить підсолену воду приємною на смак. Установки для газування води розміщують поблизу робочих місць і розраховують на споживання 4-5 л води на людину в зміну. Температура води може бути від 8 до 20 ° С. (ГОСТ ССБТ 12.11.005-88; ГОСТ ССБТ 12.1.004-91)

8.2.5 Забезпечення пожежної та вибухово пожежної безпеки

Проаналізувавши використовуване обладнання при виробництві деталі «Стакан», приходимо до висновку, що на даному підприємстві надзвичайна ситуація може виникнути в результаті пожежі.

Для запобігання виникненню пожеж велике значення має протипожежна профілактика. Вона передбачає ряд заходів щодо запобігання виникненню пожеж та їх ліквідації:

Згідно ДСТУ 2272-93 для пожежонебезпечних цехів на промисловій площі відводять певні ділянки і мають у своєму розпорядженні з підвітряного боку по відношенню до відкритих складів ЛЗР, зріджені гази і т.п. Внутрішньозаводські дороги повинні забезпечувати безперешкодний зручний проїзд пожежних автомобілів до будь-якого будинку. Одна зі сторін підприємства повинна примикати до дороги загального користування або сполучатися з нею проїздами.

Ефективне захід у рамках запобігання пожежам - поділ будинку на протипожежні відсіки протипожежними перешкодами. Вони виконуються з негорючих матеріалів і не повинні мати прорізів і отворів, через які можуть проникати продукти горіння при пожежі.

Для попередження розповсюдження пожежі з однієї будівлі на інше між ними влаштовують протипожежні вибухи, величина яких залежить від ступеня вогнестійкості будинку.

										Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

Організація евакуації в надзвичайних випадках

Евакуаційні виходи повинні давати можливість людям безпечно і в короткий термін покинути приміщення в разі пожежі. Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено і мають світлові покажчики з написом «ВИХІД». Ширина шляхів евакуації - 1 м, не менше, а дверей на шляхах евакуації - 0.8 м, не менше.

Видалення диму з приміщень при пожежі проводиться через віконні отвори, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових люків, легко скидаються конструкцій.

При короткому замиканні можливе виникнення пожежі, тому необхідно передбачити наявність пристроїв для вимикання обладнання в даному екстреному випадку.

Необхідно забезпечити захист від блискавки і захист від електростатичного індукції. Для захисту від електростатичного індукції металеві корпуси обладнання приєднують до захисного заземлення, а для захисту від блискавки виробляють монтаж блискавковідводів, які, в свою чергу складаються з блискавкоприймача, струмовідводу і заземлення.

Також необхідна установка сигналізації, яка забезпечує подачу повного і швидкого повідомлення про пожежу із зазначенням місця і його виникнення.

Відповідним наказом по підприємству або розпорядженням встановлюється порядок проведення протипожежного інструктажу, а саме:

- Робочі службовці, знову прийняті на роботу, можуть бути допущені до роботи тільки після проходження первинного протипожежного інструктажу;
- Повторний інструктаж проводиться не рідше 1 разу на рік або при перекладі з однієї ділянки роботи на інший;

											Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00						

8.2.6. Мікрокліматичні умови на виробництві

Згідно ДСН 3.3.6-042-099 Мікроклімат в виробничих умовах визначається такими параметрами :температура повітря °С; вологість повітря р,%;швидкість повітря V, м/; інтенсивність теплового випромінювання E Вт/м²;атмосферний тиск P, ртутного стовпчика.

Відповідно до вимог в стандартних метеорологічних умов визначає для робочої зони : людина працездатна відчуває себе добре якщо

- 1) Температура повітря в межах 18-22 °С
- 2) Відносна вологість 40-60%
- 3) швидкість руху повітря в холодний період року $V=0,2...0,5$ м/с, в теплий період року $V=0,2...1,0$ м/с;
- 4)барометричний тиск $P=(0,9...1,06) \cdot 10^5$ Па.

- 5) Інтенсивність теплового випромінювання приблизно 350 Вт/м²

Відповідно до умов стандартами встановлено максимально допустимі метеорологічні умови для робочої зони при виборі яких враховують:

- 1) пору року - холодний і пере-холодний період з середньодобовою температурою не нижче +10°. В теплий період +10 і вище.
- 2) Категорія фізичної роботи по важкості : легкі роботі - енергозатрати лише в 172 Вт, середньої тяжкості 172,292 і тяжкі роботи вище 192.

Міри захисту від теплового випромінювання поділяють на 4 групи:

- 1- Усунення джерела тепловиділень
- 2- Захищаючі від теплової радіації (поглинаючі та відображаючи екрани)
- 3- Полегшуючі тепло віддачі людини (душ)
- 4- Індивідуальний захист

										Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

Для забезпечення нормативних умов метеорологічних умов виробничих приміщень роблять різні заходи : складання систем вентиляції та опалення для підтримки температурного та вологосного режиму.

Захист від джерела теплових випромінень для зниження температури повітря в приміщенні. Механізація, автоматизація і дистанційні керування виробничими процесами. (ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»)

8.2.7 Електричне освітлення в виробничих приміщеннях

Згідно ДБНВ.25-28-206 «Природне та штучне освітлення» виробниче освітлення буває 3 видів в залежності від джерела світла :

- 1) Природні
- 2) Штучне
- 3) Комбіноване

До основних якісних показників освітлення відносять фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник засвітленості та дискомфорту. Умови для освітлення установки:

- 1) Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається такими параметрами: об'єкт розрізнення, фон.
- 2) Необхідно забезпечити розподілення яскравості на робочій поверхні.
- 3) На робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні.
- 4) У полі зору не повинно бути прямої та відображеної блискучості.

Для освітлення виробничих приміщень в першу чергу приймають газорозрядні лампи. Не залежно від прийнятої системи освітлення в зв'язку з великою перевагою їх перед лампами накалювання. Величина мінімальної освітленості встановлюється згідно умовам зорової роботи які визначається за

найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном та характеристикою фону.

Для попередження травм від рухомих частин обладнання або обертового інструменту передбачено:

- захисні кожухи на рухомих частинах обладнання;
- блокування захисних огорожень з пусковим пристроєм;
- виконання вимог ГОСТ 12.3.025-80.

На виробничій дільниці, робочих місцях і обладнанні передбачено знаки безпеки і пофарбування по ГОСТ 12.4.026-76 (забороняючі, попереджуючі).

8.2.8 Енергобезпека

Згідно ГОСТ 12.1.019 - 79 . Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин необхідно застосовувати такі способи і засоби:захисні оболонки;захисні огороження (тимчасові або стаціонарні);безпечне розташування струмоведучих частин; ізоляцію струмоведучих частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну);ізоляцію робочого місця;малу напруга;захисне відключення;попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки.

До роботи в електроустановках повинні допускатися особи, які пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади стосовно до виконуваної роботи з присвоєнням відповідної кваліфікаційної групи по техніці безпеки і не мають медичних протипоказань, встановлених Міністерством охорони здоров'я.

Одним з найбільш афективних методів електробезпеки на НВЦ МЕТ є - захисне заземлення. Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під

									Арк	
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

напругою. Призначення захисного заземлення - усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні їх на корпус.

8.3 Розрахунок заземлення

Верстатне устаткування оснащено індивідуальними електродвигунами, що працюють на перемінному струмі (як правило це одночастотні асинхронні двигуни). Напруга струму 380 В, а для висвітлення робочих місць і цехового висвітлення – 220 В. Електробезпеку у дільниці, що проектується досягається за рахунок наступних заходів:

- облаштування заземлення й аварійного відключення;
- ізоляція розв'язаних частин верстата, з якими робітник протягом роботи знаходиться в безпосередньому контакті;
- розташування рубильників біля електроустановок таким чином, щоб до них був вільний підхід у випадку аварійного відключення.

Захисні заземлення є простим і ефективним способом захисту людини від поразки електричним струмом при дотику до металевих поверхонь, які опинились під напругою. Це досягається за рахунок зниження напруги між устаткуванням, яке опинилось під напругою і землею до безпечної величини.

В якості штучних заземлювачів можуть застосовуватися:

вертикально забиті труби довжиною 2-3 метра і діаметром 50 мм;

горизонтально покладені смуги і проводки.

Заземлення електроустановок необхідно виконати при напрузі 500 В и вище для перемінного і постійного струму у всіх випадках.

Задача заземлення полягає в наступному :

Заземлення перетворює пробій на корпусі в однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазними і нульовими проводами з метою створення струму, здатного забезпечити спрацювання захисту 2 і тим самим автоматично відключити ушкоджену установку.

										Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

Таким захистом є головні запобіжники або автоматичні вимикачі енергії відтоків короткого замикання.

Опір заземлювача знаходиться розрахунковим шляхом за формулою [23]:

$$R_{tp} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L \cdot \left(\frac{\lg 2L}{d} + \frac{\lg 4h}{2} + \frac{L}{4h} - L \right)} \quad (7.1)$$

де ρ – питомий опір прутка, $1 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$;

L – довжина труби, 250 см ;

d – зовнішній діаметр труби, 6 см ;

h – глибина закладення труби, см .

Глибина закладення труби визначається за формулою [22]:

$$h = 70 + \frac{L}{2} \quad (7.2)$$

$$h = 70 + \frac{250}{2} = 195 \text{ см}$$

Розрахуємо опір:

$$R_{tp} = \frac{104}{2\pi \cdot 250 \cdot \left(\frac{\lg 2 \cdot 250}{6} + \frac{\lg 4 \cdot 6}{2} + \frac{250}{4 \cdot 6} - 250 \right)} = 32,2 \text{ Ом}$$

Визначимо необхідне число заземлювачів за формулою:

$$N = \frac{R_{tp}}{\eta_3 \cdot \eta_{tp}} \quad (7.3)$$

де η_3 – необхідний опір, Ом ;

η_{tp} – коефіцієнт використання трубчастого заземлення, $0,5$.

$$N = \frac{32,2}{4 \cdot 0,5} = 15 \text{ шт.}$$

Довжина металевої смуги визначається за формулою

$$L_{CM} = 1,05 \cdot N \cdot a \quad (7.4)$$

де a – відстань між трубами, 250 см .

$$L_{CM} = 1,05 \cdot 15 \cdot 250 = 3940 \text{ см}$$

									Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00				

Опір сполучної смуги визначається за формулою

$$R_{CM} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L_{CM} \cdot \lg\left(\frac{2L_{CM}}{b \cdot h}\right)} \quad (7.5)$$

де b – глибина смуги, 2 см;

h – глибина закладення смуги, 70 см.

$$R_{CM} = \frac{104}{2\pi \cdot 3940 \cdot \lg\left(\frac{2 \cdot 3940}{2 \cdot 70}\right)} = 4,55 \text{ Ом}$$

Загальний опір усього пристрою, що заземлює визначається за формулою

$$R_k = \frac{R_{tp} \cdot R_{CM}}{(R_{tp} \cdot 0,4 + R_{CM} \cdot \eta_{tp} \cdot N)} \quad (7.6)$$

$$R_k = \frac{30,2 \cdot 4,55}{(30,2 \cdot 0,4 + 4,5 \cdot 0,15 \cdot 15)} = 6,18 \text{ Ом}$$

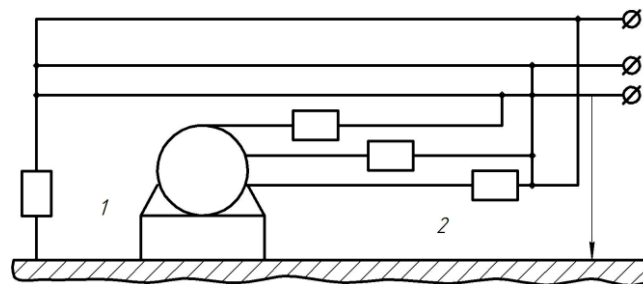


Рисунок 7.1 - Схема заземлення

Для безпечного виконання технологічних процесів на ділянці передбачено періодичний (не менше 1-го разу в рік) контроль заземлення переносним мегометром Е6-18/1 і опору ізоляції електрообладнання мегомметром типу М-1102/1.

8.4 Рятувальні роботи в районах землетрусів, затоплення, повені

Для організації робіт щодо ліквідації наслідків аварії, катастроф, стихійних лих утворюються Державні комісії з питань надзвичайних та техногенно-екологічної безпеки ПТЕБ і НС. ПТЕБ і НС діють при Кабінеті

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ДРМ 18-374.00.00

Арк

міністрів країни, в областях, містах, районах у випадках НС. До їх функцій входить контроль за забезпеченням постійної готовності до дії аварійно-рятувальних служб за розробкою та реалізацією заходів з попередження можливих аварій і катастроф.

Всі завдання з ліквідації НС виконуються по черзі у максимально короткі строки.

Рятувальні та інші невідкладні роботи починаються одразу ж у міру готовності сил та засобів для їх проведення. Організація їх проведення проходить наступним чином.

Послідовність, прийоми і способи проведення Р та ІНР залежить від характеру руйнування будівель і споруд, аварій комунальних, енергетичних і технологічних мереж, від ступеня радіоактивного та хімічного зараження території об'єкта, пожеж тощо.

Рятувальні роботи включають:

- розвідку маршрутів висування формувань і об'єктів робіт;
- локалізацію і гасіння пожеж на маршрутах висування і на ділянках робіт;
- пошук уражених і витягування їх із пошкоджених та палаючих будинків, загазованих, затоплених, задимлених приміщень і завалів;
- розкриття зруйнованих, пошкоджених, завалених споруд та рятування людей, котрі там знаходяться;
- надання першої медичної допомоги ураженим та евакуація їх до лікарських установ;
- виведення (вивезення) населення з небезпечних зон у безпечні райони;
- санітарну обробку людей, ветеринарну обробку сільськогосподарських тварин, дезактивацію та дегазацію техніки, засобів захисту, одягу, продовольства, їжі, води, фуражу.

Р та ІНР проводяться безпосередньо в осередках ураження за будь-якої погоди до повного її завершення.

Великий обсяг роботи в осередках ураження неможливо провести за

										Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

короткий час без використання різноманітної техніки. Тільки широка механізація всіх видів робіт дозволяє своєчасно здійснити рятування потерпілих. Для проведення Р та ІНР можуть використатися всі типи будівельних та дорожніх машин, механізмів, техніки комунального господарства міста.

Залежно від виду виконуваних робіт вони поділяються на наступні групи:

- машини і механізми для розкриття завалених сховищ та укриттів, розбирання та розчищення завалів, піднімання, переміщення і транспортуванні вантажів;о

- обладнання для різання металу;

- механізми для відкачування води;

- засоби, котрі забезпечують транспортування чи переправлення через водну перепону основних машин і обладнання.

В першу чергу проводяться роботи з влаштування проїздів і проходів до зруйнованих захисних споруд, пошкоджених і зруйнованих будинків, де можуть знаходитися люди, а також у місцях аварій, котрі перешкоджають або утрудняють проведення рятувальних робіт.

Пошук та рятування людей розпочинається одразу після введення рятувальних груп на об'єкт. Основний склад формувань розшукової сховища та укриття, встановлює зв'язок з тими ,хто переховується в захисних спорудах з використанням засобів зв'язку, що збереглися, через повітряно-забірні отвори, а також шляхом перестукуванням крізь двері, стіни, труби водопостачання та опалення. В першу чергу в сховища подається повітря, для чого розчищають повітряно-забірні канали, роблять отвори у стінах та перекриття.

При розкритті сховища застосовують різні способи залежно від його конструкції та характеру завалу:

- розбирання завалу над основним виходом з наступним відкриванням дверей чи вирізання в них отворів; відкопування оголовка лазу чи аварійного виходу;

- влаштування отворів у стіні сховища із суміжного приміщення ;

									Арк	
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

– розбирання завалу над перекриттям сховища з наступним пробиванням в ньому отвору для виведення людей тощо.

Під час розбирання завалу потрібно діяти обережно, в першу чергу намагатися вивільнити головку і груди потерпілого. Витягання уражених людей крізь влаштовані проходи може здійснюватися на руках, на плащах, брезенті, плівці, за допомогою носилок. Людям надають першу медичну допомогу та зосереджують в безпечних місцях.

Великою проблемою є швидке та обережне розбирання зруйнованих будинків та споруд для врятування похованих живцем.

Основний спосіб локалізації аварій та пошкоджень на комунально-енергетичних і технологічних мережах – відключення зруйнованих ділянок в будинках.

При затопленнях для проведення Р та ІНР здійснюють рятувальні загони і групи, а також відомчі спеціалізовані загони і підрозділи з плавзасобами, санітарні дружини і пости, гідрометеорологічні пости, розвідуванні групи, зведені загони механізації робіт, формування будівельних організацій, охорони громадського порядку. Рятувальні роботи при затопленні скеровуються на пошук людей на затопленій території, посадку їх на плавзасоби та евакуацію в безпечні місця.

Рятувальні групи, котрі діють на швидкохідних плав засобах та вертольотах, визначають місця скупчення людей на затопленій території їх стан та періодично подають звукові сигнали. Невеликим групам людей, котрі знаходяться у воді, викидають рятувальні круги, гумові кулі, дошки, жердини. Потім витягують їх на плавзасоби і евакуюють на безпечне місце. Для рятування і виведення із затопленої території великої кількості людей використовують теплоходи баржі, баркаси, катери. Посадку на них людей здійснюють їх з берега.

При рятуванні людей, які знаходяться у проломині льоду, подають кінець мотузки, дошки і витягають у безпечне місце. Наближатися до людей котрі знаходяться в ополонці, потрібно плазом з розкинутими руками і ногами,

									Арк	
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00					

спираючись на дошки чи інші предмети.

Медичну допомогу надають рятувальні підрозділи чи санітарні дружини безпосередньо в зоні затоплення (перша медична допомога) і після доставки на причал (перша лікарська допомога) .

Боротьбу з затопленням у період льодоходу ведуть шляхом посилення загат, що виникає на річках.

Підчас проведення робіт забороняється користуватися несправним інвентарем, перевантажувати плавзасоби, проводити вибухові роботи поблизу ліній електропередач, провідних комунікацій, промислових та інших об'єктів безпосереднього погодження з відповідними організаціями.

При землетрусі небезпечно стояти поблизу будівель високих стін. Не користуватися ліфтом – від може застрягти. Якщо не можливо вибігти на вулицю необхідно сховатися у відносно небезпечному місці – відчинити двері і стати у дверний отвір. Найбільш безпечне місце біля капітальних стін. Якщо підземні поштовхи застали на вулиці, потрібно відійти далі від будівель, лінії електропередач.

Після сильного землетрусу по можливості надати медичну допомогу людям, які її потребують і вивільнити людей, які опинилися в невеликих завалах. Обов'язково увімкнути радіотрансляцію, радіоприймач і послухати вказівки і рекомендації з штабу цивільної оборони. Потрібно перевірити електропроводку, якщо є пошкодження – відремонтувати або вимкнути електрику в цеху, квартирі, перевірити справність водо- та газопостачання. Забороняється користуватися відкритим вогнем. При переміщенні триматися подалі від напівзруйнованих будівель і ні в якому разі не заходити в них.

При загрозі повені необхідно провести заходи які зменшують збитки і створити умови для ефективних робіт в зонах затоплення. До них відносяться: сповіщення населення і об'єктів народного господарства про виникнення загрози, підсилення спостереження за рівнем води, приведення сил засобів цивільної оборони, перевірка стану дамб, гребель, мостів. Усунути виявлені недоліки, швидко зробити насипи землі, водовідвідні канали та інші

											Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00						

9 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

На всіх стадіях свого розвитку людина була тісно зв'язана з навколишнім світом. Але з того часу як з'явилося високо індустріальне суспільство, небезпечне втручання людини в природу різко підсилилося, розширився об'єм цього втручання, воно стало різноманітнішим і зараз грозить стати глобальною небезпекою для людства. Найбільш масштабним і значним є хімічне та радіоактивне забруднення середовища невластивими їй речовинами, пилом, стічними водами.

Забруднення навколишнього середовища погіршує в першу чергу фізичні умови існування людей, крім того, обумовлює і прямі втрати робочого часу - невихід на роботу через погіршення здоров'я працівників, і непрямі - суспільство змушене відволікати частину робочої сили на запобігання або ліквідацію наслідків забруднення.

Захист навколишнього середовища - проблема загальнодержавна. Але практичні конкретні заходи для її рішення лягають головним чином на регіони. Вони безпосередньо страждають від порушення нормального стану середовища проживання і, до того ж, мають необхідну інформацію для відстеження обстановки і вживання заходів. За „центром” залишаються наукове обґрунтування гранично припустимих рівнів забруднення навколишнього середовища з урахуванням особливостей окремих кліматичних зон і освоєння територій, екологічна оцінка й узгодження проектів будівництва великих об'єктів міжрегіонального значення, а також розробка екологічно чистих технологій для малих підприємств.

Крім того, в останні роки стає все більш очевидною проблема глобального потепління клімату планети. І не можна сказати, що це провина якогось

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Банашко</i>			<i>ЕКОЛОГІЯ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						8
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр.МТм-61</i>		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Зав.каф</i>		<i>Пилипець</i>						

конкретного регіону, чи підприємства. Потепління виникає внаслідок сумарної дії всіх чинників. А саме, підвищенню температури сприяє зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері. І кожне підприємство, фізична чи юридична особа, яка здійснює, чи внаслідок роботи, функціонування якої, відбуваються викиди вуглекислого газу, несе відповідальність за підвищення середньої температури планети.

9.2 Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті реалізації проекту

Для галузі машинобудування характерними видами забруднення навколишнього середовища є забруднення повітря абразивним пилом (крім того місцевими викидами пилу супроводжуються вантажно-розвантажувальні операції з піском, сушіння форм та обрубка відливок), відходи металічної стружки та металолому, забруднення навколишнього середовища і водою стічною водою, яка використовувалась для технічних потреб, забруднення відпрацьованим маслом, змащувально-охолоджувальними рідинами.

Разом з тим даний завод викидає в біосферу найрізноманітніші забруднення: це пил різного хімічного та гранулометричного складу, дими, газу – сірчаний ангідрид, що утворюється із включень сірки в паливі, окис вуглецю, оксиди азоту, сірководню, з'єднань фтору, та ін. Крім того повітряне середовище забруднюється масляними та зварними аерозолями, розчинниками.

Різноманітні, в тому числі досить шкідливі для здоров'я людей забруднення поступають в атмосферу при процесах зварювання та паяння. Зварювання супроводжуються виділенням парів оксиду заліза та цинку, аерозолями марганцю, кремнію та міді, а також фторидів, озону та оксиду азоту. Паяння з використанням олов'яно-свинцевих припоїв та каніфольних флюсів супроводжується попаданням в повітряне середовище аерозолів свинцю, продуктів згорання ізоляції проводів і забруднення на поверхнях з'єднаних деталей.

Використовувані у виробництві теплоізоляційні та звукопоглинальні

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріали можуть бути джерелами виключно небезпечного азбестового пилу. Повітря забруднюється також токсичними парами загартовувальних (в даному випадку свинцевих), травильних та гальванічних ванн. У фарбувальних цехах основними забруднювачами повітря є випари органічних розчинників лакофарбових матеріалів та аерозолі пігментів.

Крім того машинобудівні заводи сприяють нагріванню атмосфери через тепло, яке виділяє працююче обладнання, і через викиди вуглекислого газу тепло-гідроелектростанціями, котрі забезпечують електроенергією цехи та обладнання цих підприємств (і тут варто зазначити, що один завод в середньому споживає електроенергії як кілька мікрорайонів міста, де він знаходиться).

На проектованій ділянці виготовляються сталеві деталі. Механічна обробка цих деталей призводить до виділення значної кількості пилу, що видаляється у навколишнє середовище. Крім цього будь-яка механічна обробка супроводжується виділенням великої кількості теплоти, і як наслідком значним розходом води для змащувально-охолоджувальних рідин.

Корпусні деталі піддаються механічній обробці, внаслідок якої знімається певний шар металу – стружка, яка при попаданні в навколишнє середовище буде забруднювати його.

9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля

Очисні споруди на заводі спроектовані, збудовані та введені в дію при пуску заводу. Проте на проектованій ділянці можна передбачити певні заходи для зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище. Розглянемо ці заходи стосовно кожної забруднюючої ланки.

Технічна вода та відходи з неї.

Стічні води машинобудівних заводів містять разом із нафтопродуктами значні кількості домішок у вигляді дисперсних часток. Видалення цих домішок (освітлення стічних вод) виконують методом відстоювання в гравітаційному полі (тобто у відстійниках) і в полі відцентрових сил, а також фільтруванням [43].

Стічні води, що утворюватимуться від проектованого виробництва

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 18-374.00.00				

включатимуться в загальну систему збору та очистки води. Крім того для зменшення викидів забруднених відходів води на даному підприємстві слід передбачити повторне використання води для технічних потреб, більш раціональне її використання в ході виконання технологічного процесу. Очистка стічних вод на підприємстві в залежності від їх властивостей, концентрації і фракційного складу здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок в полі дії відцентрових сил і фільтрування. Для очищення промислових стоків на виробництві використовуються такі засоби очищення води, як очисні споруди для фільтрування, хімічного очищення та відстоювання води.

Очищення води проводимо методом осаджування в гравітаційному полі у відстійниках. Наявні у стічних водах домішки на 50...60% осаджуються і відстоюються у відстійниках, а освітлена вода далі подається в електрокоагулятори, де на електричних пластинах осідають металеві домішки [43]. Далі вода проходить фільтрування і попадає в реактор, де піддається вапнуванню.

Очищена технічна вода повторно подається для використання у технологічному процесі.

Металеві відходи.

Металічні відходи – металолом та металічна стружка – являються головним видом відходів машинобудування та металообробки.

В ході виконання обробки деталей із металу відходи цих матеріалів (стружка, металолом) слід передбачити обов'язковий збір відходів і передачі її на спеціальні пункти, де вони будуть направлятись:

— частково на переплавку на дільницю литва;

— здебільшого на пункти збору вторинної сировини для відправки на підприємства металургійної промисловості (а саме для нашого заводу це заготівельні підприємства Тернопільвтормет та Тернопільвторколірмет).

Відпрацьовані мастила.

На підприємстві широко застосовуються мастильні матеріали для змащування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРМ 18-374.00.00

технологічного обладнання, зменшення тертя в рухомих частинах устаткування та багато іншого. В результаті цього передбачаються значні кількості відпрацьованого масла, які відносяться до токсично шкідливих відходів 2-го класу небезпеки. Досить висока вартість масел робить актуальним питання їх повторного використання. Тому на підприємстві необхідно передбачити устаткування для переробки та регенерації відпрацьованого масла. Збирати і зберігати відпрацьовані масла до переробки їх необхідно в закритій металевій тарі.

Також способом для позбавлення від відпрацьованих мастил може бути відправка їх на підприємства з виготовлення матеріалів на основі бітуму, де такі масла використовують як добавку (присадку).

Абразивний пил.

Повітря на ділянці в основному забруднене частинками пилового туману розміром 0,3...5 мкм та твердими абразивними частинками розміром 0,3...2 мкм.

При обробці виробів із металу виділяється певна кількість пилу, який забруднює навколишню атмосферу і може привести до тяжких захворювань органів дихання.

Для очищення повітря від пилу слід передбачити фільтри в місцевій вентиляції на робочих місцях, на яких проводиться обробка таких деталей, а також необхідно передбачити використання спеціальних фільтрів в місцях заточування інструменту, шліфування деталей та інших, де можливе виділення пилу.

Так в зварювальних цехах разом з традиційними місцевими витяжками у вигляді витяжних зонтів використовують вдосконалені конструкції місцевих витяжок, а також малогабаритні вакуумні пило газоприймачі, вмонтовані безпосередньо в зварювальне обладнання (наприклад в газовий пальник). Такі пристрої компактні, дешеві та мають високу ефективність.

При різноманітних процесах обробки пиловиділяючих матеріалів різанням – точінні, свердлінні, фрезеруванні, шліфуванні, поліруванні – доцільно використовувати пустотілі різці, свердла, фрези та інші металорізальні інструменти, які будуть одночасно стружкопилоприймачами, через які утворювані відходи будуть відсмоктуватися із зони різання.

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відпрацьовані змащувально-охолоджувальні рідини.

Для відводу тепла при обробці металів в тяжких умовах, до яких відноситься і обробка латуні, використовуються змащувально-охолоджувальні рідини.

В процесі використання мінеральні масла, що входять в склад змащувально-охолоджувальних рідин, втрачають свої початкові властивості і підлягають заміні свіжими. Залишки змащувально-охолоджувальних рідин, використаних за своїм прямим призначенням збирають у закриті металеві ємності і після накопичення 8...9м³ здають на Львівське підприємство по очищенню та переробці мастил МАСТ. При достатньо великій кількості використання ЗОР на заводі більш оптимальним і економічним являється проведення регенерації рідин на заводі.

Регенерація ЗОР, циркулюючих по системах змащування та охолодження, заключається перш за все в очищенні їх від по сторонніх включень – металевих та абразивних частинок, яку проводять шляхом фільтрування.

Крім того для зменшення стоку відпрацьованих ЗОР в довкілля на заводі необхідно передбачити використання спеціального устаткування, а саме використання установок для безвідходного розкладання і очищення відпрацьованої емульсії методом мікро флотаційної технології.

Шум та вібрації.

В процесі виконання виробничого процесу по виготовленню деталей на підприємстві буде значне виділення шуму. Взагалі по шуму та вібраціям машинобудування є лідером серед інших гілок промисловості. Технологічні процеси, що супроводжуються інтенсивним шумом, використовуються практично на всіх етапах виробничого циклу.

Основними джерелами шуму при роботі металорізальних верстатів є елементи їх приводів – електродвигуни, зубчаті та пасові передачі, підшипники, особливо при наявності зношення, перекосу та дисбалансу рухомих частин, а також сам процес різання і вібрації технологічної системи ВПД. Високі рівні шуму (100-106Дб) високочастотного характеру створюються при роботі

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

револьверних верстатів і автоматів (16Б16Ф3 для даного технологічного процесу) внаслідок ударів пруткового матеріалу до направляючої труби. На ділянках заточування різального інструменту загальний рівень шуму складає 85...90дБ.

Широко використовувані на різноманітних етапах обробки і складання ручні механізовані інструменти та пристосування, головним чином пневматичні (в даному технологічному процесі – це пристосування для фрезерування та кондуктори), є джерелами не тільки інтенсивного (88...118дБ) шуму механічного і аеродинамічного походження, а також сильної локальної вібрації. Остання викликається невідповідністю обертових шліфувальних кругів та шпинделів.

Джерелами аеродинамічних та механічних шумів та вібрацій високих рівнів є також вентиляційні системи, насоси, компресорні устаткування. Останні створюють особливо сильний шум, що створюється засмоктувальними та стравлюючими повітрекоридорами, що виходять в атмосферу.

Велике значення для зниження шуму має якісне виготовлення деталей та вузлів машин, старанне статичне і динамічне балансування обертових деталей, складання і монтаж обладнання, його правильна експлуатація і своєчасний ремонт. У випадку незадовільного технічного стану обладнання рівень створюваного ним шуму може підвищуватися на 10 дБ.

Для зниження шуму на підприємстві необхідно передбачити використання спеціальних звукопоглинаючих та звукоізолюючих прокладок для зниження шуму від працюючого обладнання, використання спеціальних віброізолюючих пристроїв, які зменшують вібрацію тяжких пресів, молотів, важких верстатів. На ділянках, які характеризуються підвищеною шумністю необхідно використовувати спеціальні звукові екрани біля (чи між) верстатів, а також звукопоглинаюче обшиття та стін, брам та перегородок.

Сильно віброуюче обладнання необхідно встановлювати на спеціальних віброізолюючих опорах.

Інші викиди в атмосферу.

В даний час очищення забрудненого повітря від вихлопних газів,

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюваних при технологічних процесах, і газів що викидаються в атмосферу, від шкідливих твердих, рідких і газоподібних домішок, що містяться в них, є основним способом охорони повітряного басейну від забруднення, вживаним у всіх випадках, коли використання активних методів поки неможливе або економічно недоцільне.

Першим етапом очищення викидів в атмосферу є затримання аерозолів і газоподібних домішок із забрудненого повітря і вихлопних газів. Уловлювання димів, що утворюються в печі, так само як і уловлювання пилу, що знаходиться в зваженому стані і що рухається разом з газом в обмеженому просторі або по газогону до труби, не викликає труднощів, оскільки в цих випадках достатньо в зручному місці помістити установку для затримання або знешкодження шкідливого пилу і газів.

Однак в багатьох випадках, наприклад при роботі конверторів, дробарок, травильних і гальванічних ванн, при обрубубуванні і зачистці відливок, при обробці різанням графіту, текстоліту, пластмас, склопластиків і інших крихких матеріалів, що створюють пил, необхідне вживання спеціальних заходів щоб уникнути виділення шкідливих речовин безпосередньо в атмосферу цехів і виробничих приміщень. Для подолання такої проблеми встановимо пристрій для постійного та безперервного вловлювання шкідливих речовин, що містяться в повітрі.

9.4 Висновки до розділу

У розділі показано актуальність охорони навколишнього середовища України, проаналізовано види викидів шкідливих речовин в атмосферу, воду та відходи виробництва дільниці механічного цеху для виготовлення стакана ЖВМ 20.279, запропоновані відповідні заходи щодо охорони навколишнього середовища,

					<i>ДРМ 18-374.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при свердлінні. В результаті цього зроблено наступні висновки.

А. Представлені на ринку програмні продукти з різною мірою враховують комплекс параметрів та умов, які впливають на режими різання.

В. Помітна тенденція до вдосконалення методики з метою охоплення все ширшого кола чинників та зв'язків між ними, які впливають на результуючі показники режимів різання з огляду на можливість реалізації високопродуктивних розрахункових процедур на основі використання значних масивів вихідних даних та їх оптимізації.

С. Одним із подальших напрямків вдосконалення автоматизованих методик розрахунку режимів різання є використання методу аналізу ієрархій для визначення пріоритетності впливу різних факторів на шуканий результат з огляду на технологічні можливості виробництва. За результатами експертного оцінювання програмних продуктів О. Малигіна; КОМПАС-АВТОПРОЕКТ та KONCUT за критеріями за ціни, обсягу охоплення початкових параметрів та інтерфейсу для кафедри технології машинобудування ТНТУ імені Івана Пулюя рекомендується придбати перший зі згаданих продуктів.

Д. Автоматизований розрахунок режимів різання реалізується в середовищі: універсальних програмних продуктів (Mathematica, MathCAD, Microsoft Excel), спеціалізованих (так звані калькулятори) (KONCUT, програма Сергія Ковальова), онлайн-сервісів (Walter Machining Calculator) та як окремий модуль у структурі CAD/CAM/CAE-систем.

2. Розроблено вдосконалений ТП виготовлення стакана ЖВМ 20.279 та технологічне спорядження для його реалізації на основі використання сучасних комп'ютерних технологій. Для реалізації ТП запропоновано використовувати спеціальний оброблювальний центр моделі OBM21 з унікальною компоновкою.

					<i>ДРМ 18-374.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Банашко</i>			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						3
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, кафедра ТМ, зр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

3. Проведено економічне обґрунтування, а також сформульовані заходи щодо вирішення проблемних питань охорони праці, екології та безпеки життєдіяльності внаслідок реалізації розроблених технічних рішень. Економічна ефективність досягнута за рахунок виготовлення заготовки методом лиття а також внаслідок заміни трьох верстатів мод. 16K20Ф3 та одного верстату 2Н135 оброблюючим центром моделі ОВМ21 з відповідними наслідками зменшення виробничих площ, кількості обслуговуючого персоналу та підвищення продуктивності праці.

4. У роботі систематизовано етапи розробки персонального web-сайту інженера-механіка з метою висвітлення його наукових здобутків та розширення своїх потенційних можливостей щодо вдалого працевлаштування.

					<i>ДРМ 18-374.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. – 5-е изд. М.: Альянс, 2007. – 256 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х томах Т.1. Под. ред Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1985 – 657 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя В2-х томах Т.2. Под. ред Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1985 – 657 с.
4. Дипломне проектування по технології машинобудування. Під ред.. В.В. Бабук. – Минск: Высшая школа, 1979.-462 с.
5. Добробнев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». – М.: Машиностроение, 1985-184с.
6. Общестроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места, на работы выполняемые на МРС (НИИ Маш.-М., 1978.-314с.);
7. 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.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3-х т.: Т.2. -8-е. изд. перераб. и доп. Под. ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
9. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Львів: в-во Світ, 1996.-368с.
10. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

					ДРМ 18-374.00.00			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Банашко</i>			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець</i>						
						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ- Г1		

11. Ансерев М.А. Приспособление для металлорежущих станков. Справочник, изд. 5-е – М.: Машиностроение, 1966.-652 с.
12. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Машиностроение, 1974. – 290 с.
13. Таблицы допусков по СТ СЭВ 144-75.
14. Основы техники безопасности и противопожарной техники в машиностроении. Под ред. Гладких П.А. – М.: Машиностроение. 1966. – 288с.
15. Справочник нормовщика. Под. ред. Ахумова А.В. – Л.: Машиностроение, 1986. – 324 с.
16. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні – Київ, видавництво «Вища школа», 1993.-230 с.
17. Охрана труда в машиностроении. Под ред. Е.Я. Юдина.-М.: Машиностроение, 1976.-335с.
18. Справочник по технике безопасности Под ред. П.Д. Долина.-М.: Энергоиздат, 1982.-800с.
19. Фоменко И.А., Коваленко В.В., Стародуб Н.П.-Охрана труда при обработке металлов резанием. К.: Техника, 1989 - 159с.
20. Краткий справочник металлиста: учебник. Под общ. ред. П.Н.Орлова, Е.А.Скороходова. М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
21. Дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебник. Под. ред. д.т.н., проф. В.В. Бобука. – Минск: Высшая школа, 1979. – 368 с.
22. Пістун І. П., Трунова І. О., Стець Р. Є. Охорона праці в галузі машинобудуванні: навчальний посібник. Суми: Университетская книга, 2011. – 557 с.
23. Житецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В., Основы охорони праці. Навчальний посібник – Видання 4-те доповнене, Львів, видавництво «Афіша», 2000.
24. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв: методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання.

					ДРМ 18-374.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приняття оптимального рішення // Молодой ученый. — 2014. — №8. — С. 67-71.

35. Программные системы поддержки принятия оптимальных решений MPRIORITY 1.0. URL: <http://www.tomakechoice.com/mpriority.html> (дата обращения 10.11.2019).

36. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

37. 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.

38. Пособие по программе KONCUT Расчет режимов механообработки с учетом технико-экономических показателей. - Ярославль 2005. – 13 с.

39. Калачёв О.Н. Программная система KONCUT для расчета оптимальных режимов механообработки с учетом технико-экономических показателей // Калачёв О.Н., Оборин А.В./ Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.: Изд-во «Научтехлитиздат». - М.: - 2002. - №11. - С. 68-70.

40. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 на тему: "Оптимізаційний синтез технічних систем на основі використання теорії нечітких множин" з дисципліни "Наукові дослідження і теорія експерименту" / Укладачі: Васильків В.В., Радик Д.Л. — Тернопіль : ТНТУ , 2011 — 21 с.

41. Івашків А.В., Банашко А.В. Електронне портфоліо інженера-механіка. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.). – С.123-124.

					ДРМ 18-374.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				