

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**ІВАШКІВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ  
ВИГОТОВЛЕННЯ СТУПИЦІ ЖВМ 20.309 З АНАЛІЗОМ ПРОГРАМНИХ  
ПРОДУКТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ  
РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ**

131 «Прикладна механіка»

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2019

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**

*Івашківу Андрію Володимировичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проект дільниці механічного цеху для виготовлення ступиці ЖВМ 20.309 з аналізом програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при точінні*

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) *Загальна інформація про деталь, програма випуску шт., 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*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) *ілюстративний матеріал до науково-дослідної частини, креслення технологічних наладок, спорядження та інструментів*



# ЗМІСТ

## ВСТУП

### 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції

1.2 Дослідження технологічності конструкції деталі

1.3 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

1.4 Актуальність автоматизованого розрахунку режимів різання при точінні

1.5 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу магістра

### 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд відомих методів розрахунку режимів різання при точінні та особливостей їх реалізації

2.2 Програмні продукти для розрахунку режимів різання при точінні

2.3 Висновки до розділу

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Встановлення типу виробництва та його організаційної форми за даними базового технологічного процесу

3.2 Вибір методу одержання заготовки

3.2.1 Огляд можливих методів

3.2.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

3.3 Вибір технологічних баз

3.4 Розробка маршрутного та операційного технологічного процесу механічної обробки ступиці ЖВМ 20.309

3.5 Визначення припусків та міжопераційних розмірів заготовки

3.5.1 Розрахунок припусків і допусків на обробку отвору  $\varnothing 80H7(+0,035)$

3.5.2 Розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні заготовки

3.6 Розмірний аналіз технологічного процесу

					<i>ДРМ 18-380.000</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ЗМІСТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Івашиків</i>						<i>15</i>
<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>		





9.2.4 Відпрацьоване мастило

9.2.5 Відпрацьовані змащувально-охолоджувальні рідини.

9.3 Висновки до розділу

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

**Комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1401-86**

**Специфікації**

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

**Актуальність теми роботи.** Завданням державної програми “Ресурсоощадні та енергоефективні технології машинобудування” є реалізація новітніх технічних рішень на основі сучасних досягнень в галузі технології, устаткування, спорядження та методів їх проектування. До згаданих технічних рішень належить ступиця ЖВМ 20.309 для якої існує необхідність у проектуванні ТП її виготовлення. У цьому плані важливе місце займають розрахунки режимів різання, які є невід’ємною частиною розроблення будь-якого ТП виготовлення деталі. У сучасному інформаційному суспільстві важливе значення має продуктивність таких розрахунків, які можуть бути реалізовані в середовищах різних програмних продуктів. На ринку виявлена значна багатоманітність таких пропозицій, які відрізняються переліком вхідних параметрів, інтерфейсом, методиками розрахунків, які закладені в основу таких програмних засобів. Усе це ускладнює їх вибір та впровадження у комплексі з іншими.

Тому актуальним є розробка згаданого ТП та аналіз програмних продуктів для розрахунку режимів різання при точінні, так як такі процеси належать до найпоширеніших.

**Мета роботи:** розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення ступиці ЖВМ 20.309 з аналізом програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при точінні.

**Об’єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об’єктом дослідження є технологічний процес виготовлення ступиці та програмні продукти для автоматизованого розрахунку режимів різання при точінні.

**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 18-380.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ВСТУП</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Івашиків</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>		





# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Аналіз конструкції

Ступиця ЖВМ 20.309 належить до деталей типу тіл обертання. Її отримують із конструкційної ливарної сталі 35Л ГОСТ 977-75, характеристики якої наведені на у таблицях 1.1 і 1.2.

Згадана деталь є базою для встановлення на ній лопастей вентилятора оприскувача. Її встановлюють на одному з кінців труби. Функція деталі полягає в забезпеченні обертання вентилятора навколо вала.

Лопасті кріплять до ступиці за допомогою 9-ти болтів в отворах за зовнішньою крайкою деталі.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад та механічні властивості сталі 35Л ГОСТ 977-75

Марка сталі	C,%	Si,%	Mn,%		
Сталь 35Л	0,32..0,40	0,17..0,37	0,50..0,90		
Марка сталі	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_3$ , МПа	$\alpha_H$ , кг/см <sup>2</sup>	НВ
Сталь 35Л	320	530	20	7	207

## 1.2 Дослідження технологічності конструкції деталі

Конфігурація зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталі не відзначається значними труднощами при отриманні заготовки та її механічному обробленні. Необхідно відзначити наявність певних труднощів при отриманні зовнішніх ребер жорсткості шириною 15 мм.

В цілому, деталь є достатньо жорсткою та технологічною, при її отриманні можливим є застосування багатоінструментального високошвидкісного оброблення.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</b>					
Розроб.	Івашиків							Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Васильків									15
Консульт.								ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТМ-61		
Н. контр.										
Затв.	Пилипець									







## 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 2.1 Огляд відомих методів розрахунку режимів різання при точінні та особливостей їх реалізації

Вихідними даними для *табличного методу* [3] розрахунку режимів різання при точінні є:

- фізико-механічні характеристики матеріалу оброблюваної заготовки;
- величина припуску, інформація про матеріал і геометричні параметри ріжучого інструменту;

Етапи визначення режимів різання такі [4].

1. Визначення кількості проходів і необхідної глибини різання відповідно до величини припуску на оброблення.

2. Вибір технологічно допустимої (мінімальної) подачі із умови забезпечення регламентованої шорсткості обробленої поверхні і жорсткості деталі, міцності ріжучого інструменту; таку подачу уточнюють відповідно до ряду подач, які вказані в паспортних даних верстату.

3. За нормативними таблицями здійснюють вибір швидкість різання та частоту обертання заготовки чи інструменту.

4. За знайденим значенням вибирають швидкість різання та ефективну потужність, яка затрачається на різання і є основою для розрахунку потужності верстату.

*Аналітичний метод* [11] також охоплює етап визначення кількості проходів і необхідної глибини різання відповідно до величини припуску на оброблення. Проте за спеціальними залежностями розраховують ряд величин подач, які забезпечують необхідну шорсткість поверхні обробленої деталі, допускаються міцністю заготовки та ріжучого інструменту.

					ДРМ 18-380.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Івашків				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.	Васильків							25
Н. контр.						ТНТУ, гр. МТм-61		
Затв.	Пилипець							

Швидкість різання подібно визначають за спеціальними залежностям, які регламентовані нормативами режимів різання для відповідного діапазону подач. Вибір технологічного устаткування виконують за потужністю, що витрачається на процес різання, з подальшою перевіркою міцності механізму поздовжньої подачі.

Ефективність такого методу в літературі оцінюють неоднозначно у зв'язку з недостатнім врахуванням взаємовпливу змінних технологічних факторів, позаяк вищевказані емпіричні рівняння є формулами Тейлора однофакторного послідовного експерименту, який не дозволяє в достатній мірі врахувати взаємовплив один на одного аналізованих змінних параметрів.

За даними авторів підручника [3] для різних поєднань подач, глибини і швидкості різання зміна значень степеневих коефіцієнтів в стійкісних рівняння Тейлора досягає в деяких випадках перевищення 5 раз.

*Графоаналітичний метод* (метод побудови номограм) охоплює такі етапи розрахунку режиму різання [3]:

а) з урахуванням припуску на обробку, встановлюють кількість проходів і глибину різання;

б) здійснюють вибір марки інструментального матеріалу, геометричні параметри різця;

в) за відомими аналітичними залежностями визначаються найменшу із лімітуючих подач;

г) будують графік «лінія технологічного устаткування - лінія інструменту» (рис. 2.1) в подвійній логарифмічній шкалі, де по координатних осях відкладають частоту обертання деталі і подачу. Шукане значення режимів різання визначають у точці перетину прямих на такому графіку.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

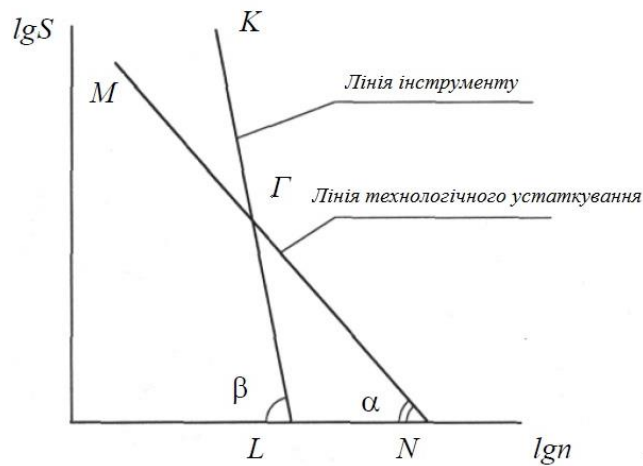


Рисунок 2.1. - Графік «лінія технологічного устаткування-лінія інструменту»

Детально цей метод наведений у праці проф. Грабченка А.І. [14].

Автоматизований метод розрахунку реалізують на основі використання відомих теоретичних залежностей для визначення параметрів процесу точіння з відповідними режимами оброблення, параметрів якості поверхневого шару і точності оброблення з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням. При цьому частину необхідних параметрів вибирають з бази даних.

Такий метод охоплює такі етапи розрахунку режиму різання.

1. Здійснюють вибір з бази даних фізико механічних характеристик матеріалу заготовки та ріжучого інструменту. Вказують комплекс допустимих параметрів зміни розмірів інструменту (допустима фаска зношення задньої поверхні інструменту тощо).

2. Задають:

- геометричні параметри інструменту та заготовки.
- параметри системи ВПД (жорсткість, розміри).
- величину стійкості інструменту.

3. Визначають швидкість різання, яка забезпечує заданий період стійкості інструменту.

4. Розраховують попереднє наближене значення головного кута в плані з урахуванням глибини наклепаного шару поверхні.

5. Попередньо розраховують наближені значення параметрів перерізу зрізу.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



6. Визначають критерій величини пластичних деформацій, що виникають в зоні різання.

7. Уточнюють величину радіуса при вершині різця в плані та глибини різання з урахування допустимої похибки оброблення.

8. Коректують значення подачі з умови забезпечення необхідної величини залишкових напружень.

9. Уточнюють параметри перерізу зрізу.

10. За формулою проф. С. С. Силіна визначають оптимальну швидкість різання із умови забезпечення мінімального зношення ріжучого інструменту,

11. Уточнюють значення швидкості різання з врахуванням наявності охолодження.

12. Розраховують максимальну розмірну стійкість інструменту та кількість заготовок, які можуть бути ним оброблені.

Окремим етапом таких розрахунків інколи є оптимізація режимів різання за різними критеріями (мінімальної технологічної собівартості, максимальної продуктивності, точності оброблення параметрів якості поверхні). Причому можлива одно-, або багаторівнева оптимізація.

На основі проведеного аналізу методів розрахунку режимів різання систематизовано вихідні параметри, які необхідні для розрахунку згаданих режимів.

1. Марка оброблювального матеріалу та її фізико-механічні характеристики (твердість *HB* чи *HRC*,  $\sigma_B$ ), а також приналежність до певної класифікаційної групи (сталь конструкційна вуглецева, легована, жароміцна, сірий, високоміцний чи відбілений чавун, мідні сплави, чавун, ливарна сталь, мідний гетерогенний сплав середньої твердості, силумін та ливарний алюмінієвий сплав, дюралюміній).

2. Діаметр та довжина деталі.

3. Стан поверхні заготовки (з коркою чи без корки).

4. Вид оброблюваної поверхні (переривчаста чи гладка поверхня що впливає на характер точіння (з ударами тощо), глибокий і складний профіль.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Вид використовуваного технологічного устаткування ( токарний, токарно-револьверний і карусельний верстат).
6. Параметри шорсткості поверхні (Ra, Rz).
7. Вид встановлення інструменту (в револьверній головці тощо).
8. Вид точіння (зовнішнє поздовжнє прохідним різцем, поперечне, а також чистове чи чорнове точіння).
9. Орієнтовне значення стійкості при одно- чи багатоінструментальному обробленні.
10. Матеріал ріжучої частини інструменту (Т15К6, Р18, Р6М5, ВК6 ), одно- чи двошарова пластина з робочим шаром з гексаніта-Р тощо)
11. Інформація про наявність чи відсутність охолодження.
12. Відомості про наявність і вид термооброблення матеріалу заготовки (сталь термооброблена: нормалізована, відпалена тощо).
13. Конструктивні особливості геометричні параметри інструменту:
  - виліт різця чи оправу;
  - розмір державки різця (діаметр круглого перетину різця або розміри прямокутного перетину оправлення);
  - головний і допоміжний кути в плані, передній і задній кути, кут нахилу ріжучої крайки (леза) (для розрахунку енергосилових параметрів процесу різання);
  - радіус при вершині різця в плані (переважно враховують тільки для різців з швидкорізальної сталі);
  - товщина пластини з твердого сплаву (за умови її наявності);
  - ширина різця (для фасонного точіння, прорізання пазів і відрізання);
  - наявність (для зовнішнього поздовжнього точіння прохідним інструментом) чи відсутність додаткових лез.

Для вибору раціонального варіанту програмного продукту для розрахунку режимів різання необхідно врахувати повноту охоплення ним вище описаних параметрів.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Програмні продукти для розрахунку режимів різання при точінні

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ оснащений розрахунковим модулем «Система расчета режимов резания» у середовищі якого в автоматизованому режимі виконують розрахунки режимів різання. Він базується на уведеній інформації про технологічне устаткування, оснащення та інструмент, вид виконуваних робіт ( зовнішнє точіння; підрізання, розточування; прорізання тощо), а також був обраний код блоку розрахунків [5, 39].

У діалоговому вікні вказують діаметр оброблюваної поверхні, довжина обробки, врізання і перебігу, максимальний діаметр заготовки, припуск, глибину різання.

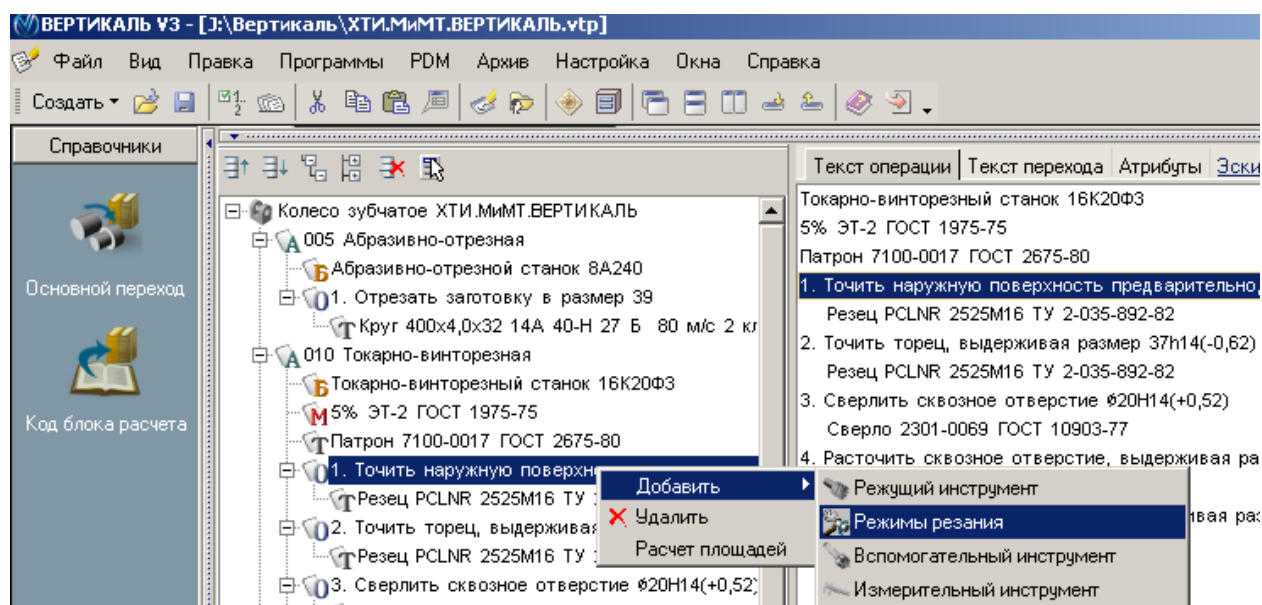


Рисунок 2.2 - Добавлення режимів різання на переході [5]

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		









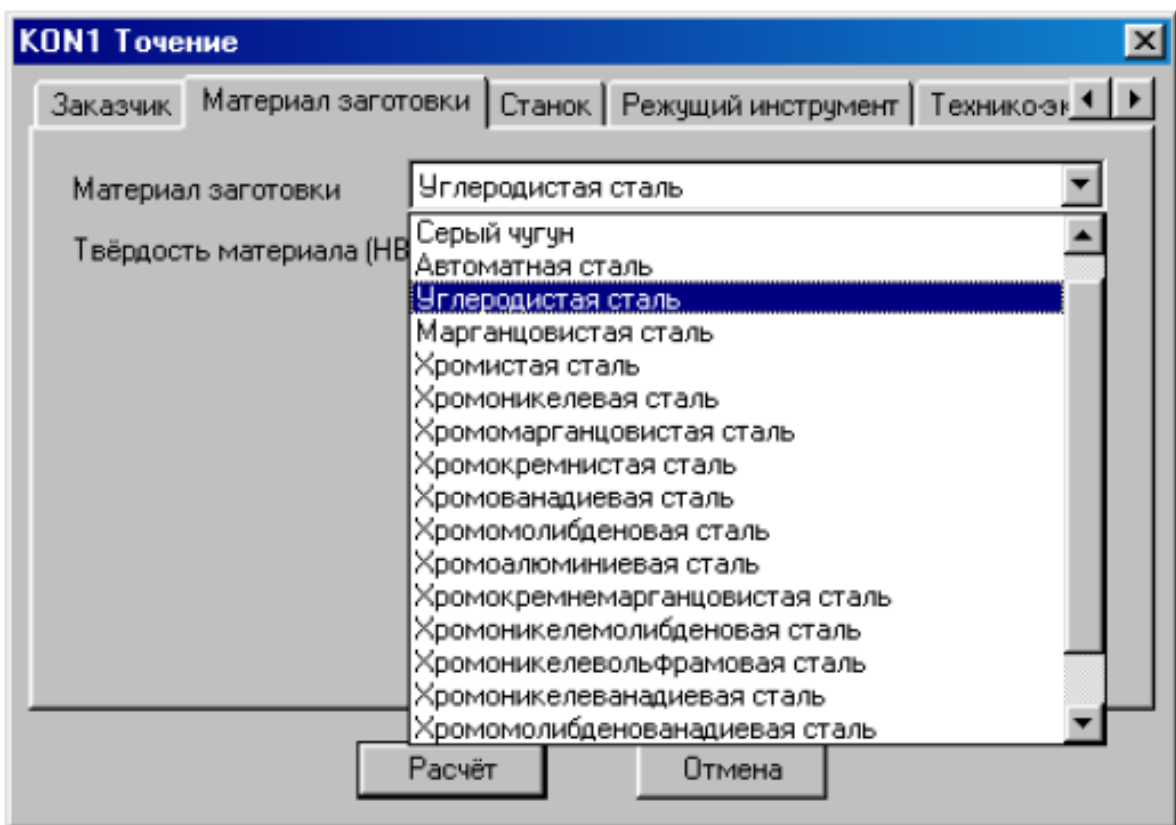
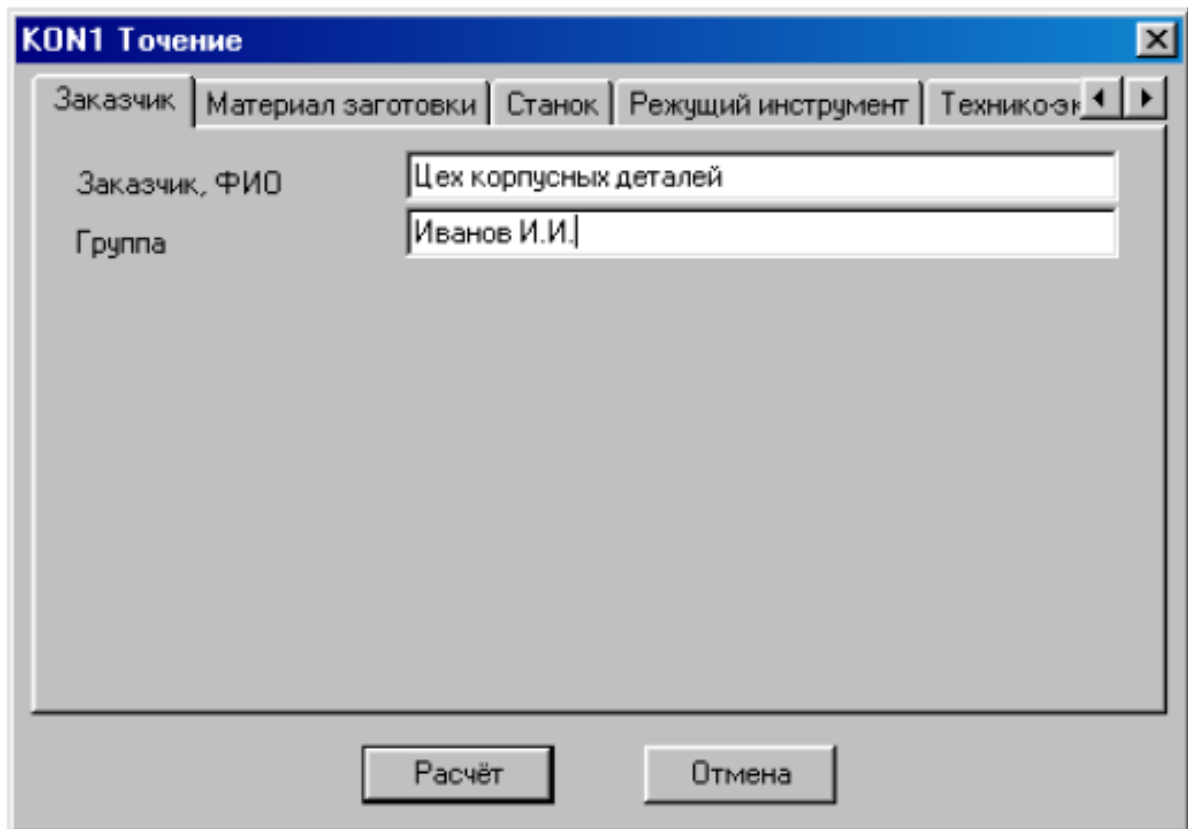


Рисунок 2.8 - Діалогові вікна для введення інформації стосовно ідентифікації замовника, задання параметрів заготовки та інструменту, технологічного устаткування а також окремих техніко-економічних показників та характеристик технологічної операції [9]



**KON1 Точение**

Заказчик | Материал заготовки | Станок | Режущий инструмент | Техничо-эр

Название станка: 1Б240

Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин: 63.000

Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин: 1048.000

Минимальная величина подачи (Smin), мм/об: 1.000

Максимальная величина подачи (Smax), мм/об: 6.600

Число ступеней ряда частоты вращения (Kn): 39

Число ступеней геометрического ряда подач (Ks): 30

Мощность электродвигателя станка (N), кВт: 13.0

Коэффициент полезного действия (КПД): 0.85

Расчёт | Отмена

**KON1 Точение**

Заказчик | Материал заготовки | Станок | Режущий инструмент | Техничо-эр

Тип реза: Проходной, подрезной, расточной

Материал инструмента: Проходной, подрезной, расточной

Профиль фасонного реза: Прорезной, отрезной, Фасонный

Подача инструмента в пределах ряда подач станка (S), мм/об: 1.000

Угол в плане (Fi), град: 60

Главный передний угол (Gamma), град: 10

Радиус при вершине (r), мм: 1.000

Расчёт | Отмена

Продовження рисунка 2.8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМ 18-380.00.00

Арк.

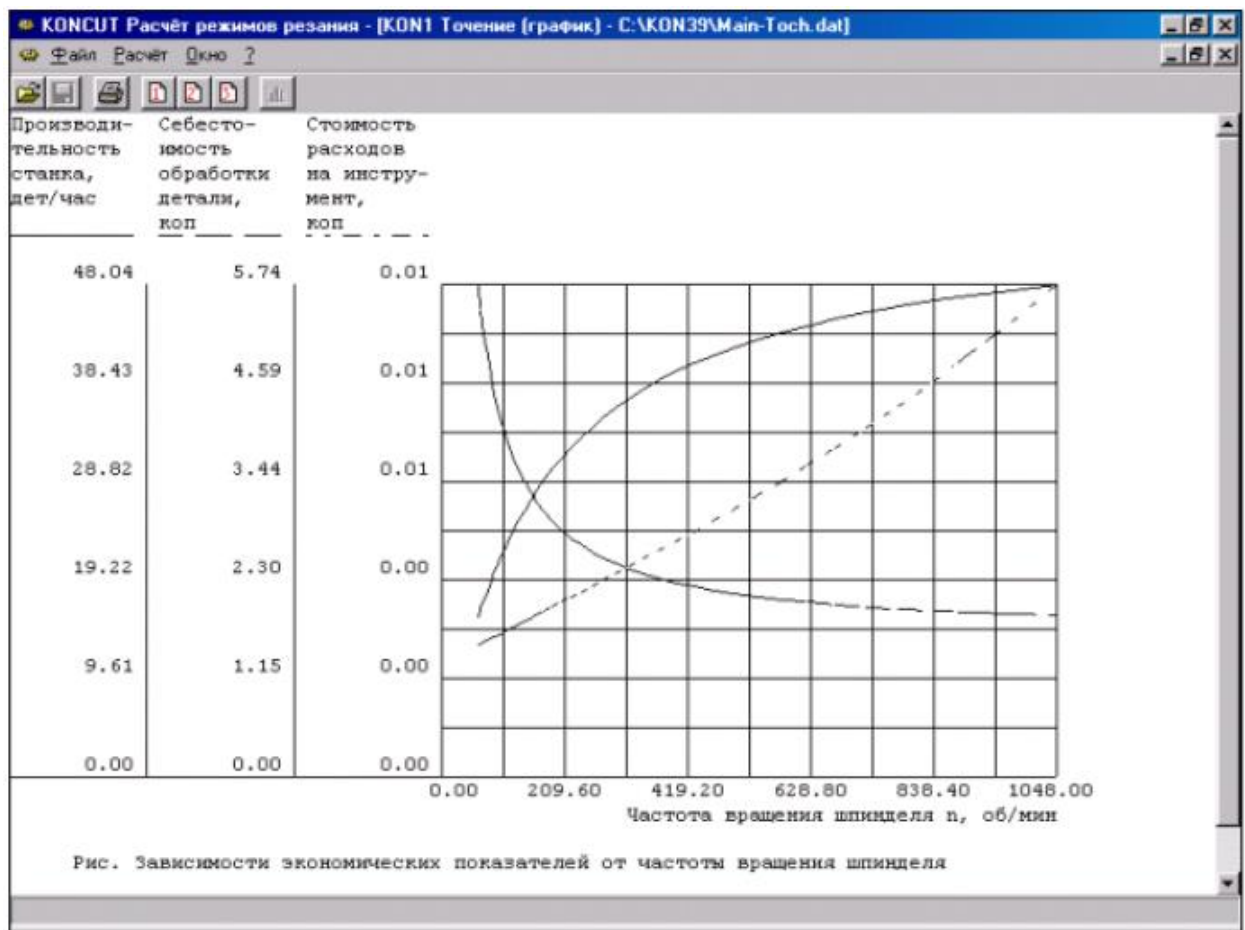
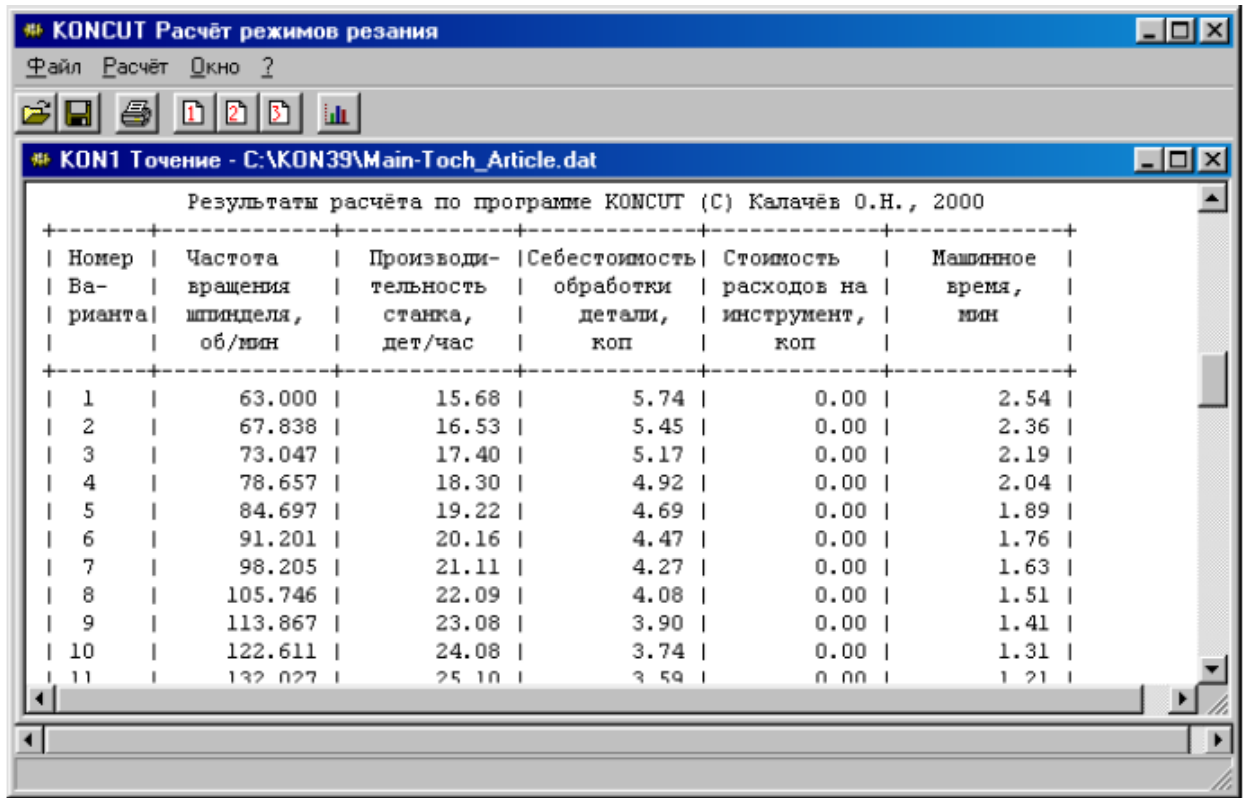


Рисунок 2.9 - Діалогові вікна результатів розрахунків у програмі Калачьова О.Н.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМ 18-380.00.00

Арк.







Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Вырезать Копировать Вставить Формат по образцу Буфер обмена

Arial Cyr 10 Шрифт

Выравнивание

Перенос текста Объединить и пом

A3

A B C D E F G H I J

1 **Расчет режимов резания при токарной обработке**

2

3

4 **Внимание!** Вам предстоит работа в диалоговом режиме. Вводите запрашиваемые значения

5 только в ячейки, окрашенные в зеленый цвет! Расчетные значения появляются в желтых ячейках.

6 Выберите из ячеек H9 - H15 значение коэффициента обрабатываемости материала заготовки Kv

7 и из ячеек I9 - I15 значение коэффициента мощности Kп в зависимости от материала обработки:

8

	Kv	Kп
9 сталь конструкционная ГОСТ1050-74	1	1
10 сталь легированная по ГОСТ4543-71	0.9	1,05
11 сталь высоколегиров. и сталь инструментальн. углеродистая ГОСТ1435-74	0.8	1,05
12 сталь инструмент. легирован. ГОСТ5950-73 и подшипников. ГОСТ1801-78	0.7	1,5
13 сталь инструментальная быстрорежущая по ГОСТ1801-78	0.6	2,1
14 чугун серый по ГОСТ1412-85, ковкий и высокопрочный по ГОСТ7293-85	1	1
15 медные, магниевые и алюминиевые сплавы	1	0,8

16 Введите в ячейку H17 выбранное значение коэффициента обрабатываемости Kv и в ячейку I17

17 выбранное значение коэффициента мощности Kп

Kv	0,9
Kп	1,05

18 Введите в ячейку G18 твердость HB материала заготовки

HB	200
----	-----

19 Выберите из ячеек G20-G26 код твердого сплава (ТС) резца в зависимости от марки ТС или

20 подгруппы применения (пн):

Код	Код
BK3, BK3-M, MC301, все TC пп K01	1,5
MC306, MC312, MC313, TH20, TT8K6, BK6-OM, TC пп K10	1,45
BK6, BK4, MC221, MC321, TT10K8B, T8K7, TC пп M20, K20	1,16
T30K4, MC137, TC пп M25, P01	1,1
T15K6, BK8, BK10-OM, BK10XOM, MC111, KHT16, TH20, TC пп K30, M30, P10	1
BK10M, MC121, T14K8, TC пп K35, M35, P20	0,87
MC131, T5K10, T4K8, TT10K8B, TC пп P30	0,75

21

22

23

24

25

26

27 Введите в ячейку G27 выбранный код твердого сплава

Код	1
-----	---

28 **1. Расчет подачи So мм/об**

29 Выберите вид выполняемых работ. Чистовая и получистовая обработка при глубине резания

30 до 1,5мм при желании достичь определенной шероховатости, черновая не связана с шероховатостью

31 Введите в I31 код вида работ. чистовая и получистовая - 1, черновая - 2

Код	2
-----	---

32 Примечание: При черновом точении (код 2) данные в ячейки G34 и G35 можно не вносить

33 Данные для чистового и получистового точения, когда нужно достичь определенной шероховатости:

34 Введите в ячейку G34 значение шероховатости Ra

Ra	3,2	мкм
----	-----	-----

35 Введите в ячейку G35 величину радиуса при вершине резца r

r	1	мм
---	---	----

36 Данные для расчета подачи при черновом точении (глубина резания >= 1,5мм) и скорости резания

37 Введите в ячейку G38 код вида обрабатываемого материала: сталь - 1, чугун - 2,

38 медные и алюминиевые сплавы - 3

Код	1
-----	---

39 Введите в G39 максим. диаметр обработки над станиной станка

D	400	мм
---	-----	----

40 Введите в ячейку G40 диаметр обработки

D	50	мм
---	----	----

41 Введите в ячейку G41 глубину резания

t	2	мм
---	---	----

42 Cs= 0,119 Xs= 0,35 Ms= 0,5

43 So= 0,62 мм/об

44 **2. Расчет скорости резания**

45 Введите в ячейку G46 период стойкости резца. При работе быстросменными пластинами

Рисунок 2.13 – Фрагмент програми проф. Марголіта Р.Б.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМ 18-380.00.00

Арк.

В інтернет-просторі можна завантажити безліч програм, які в тій чи іншій мірі мають обмеження прикладом є програма Сергія Ковальова (рис. 2.14).

Глубина резания:	2.000	мм
Подача:	0.800	мм/об
Скорость резания:	14.556	м/мин
Частота вращения шпинделя:	20.000	мин <sup>-1</sup>
Действительная скорость резания:	12.818	м/мин
Сила резания:	2980.078	Н
Мощность, затрачиваемая на резание:	0.624	кВт
Основное время:	3.750	мин

Рисунок 2.14 – Діалогове вікно програми Сергія Ковальова

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Аналитический расчёт режимов резания при точении

Файл Расчёт Справка

Тип реза: проходной

Марка инструментального материала: отрезной  
подрезной  
прорезной

Модель станка: проходной  
расточной

Диаметр детали: 200 мм

Диаметр заготовки: 204 мм

Длина обрабатываемой поверхности: 60 мм

Обрабатываемый материал:  
 Углеродистая сталь  
 Хромистая сталь  
 Серый чугун  
 Ковкий чугун  
 Sigma 350

Характер обработки:  
 Черновая  Чистовая

Ра: \_\_\_\_\_ мкм

Заготовка: нормальная отливка

Геометрические параметры реза:  
 Передний угол: 6 Главный угол в плане: 35  
 Задний угол: 12 Вспомогательный угол в плане: 45  
 Угол наклона главной режущей кромки: 0 Радиус вершины: 2

Ввод данных Помощь << Назад Далее >>

Аналитический расчёт режимов резания при точении

Файл Расчёт Справка

Тип реза: проходной

Марка инструментального материала: P18

Модель станка: 16Б16П

Диаметр детали: 16Б16П  
16К20  
1Г340

Диаметр заготовки: 204 мм

Длина обрабатываемой поверхности: 60 мм

Обрабатываемый материал:  
 Углеродистая сталь  
 Хромистая сталь  
 Серый чугун  
 Ковкий чугун  
 Sigma 350

Характер обработки:  
 Черновая  Чистовая

Ра: \_\_\_\_\_ мкм

Заготовка: нормальная отливка

Геометрические параметры реза:  
 Передний угол: 6 Главный угол в плане: 35  
 Задний угол: 12 Вспомогательный угол в плане: 45  
 Угол наклона главной режущей кромки: 0 Радиус вершины: 2

Ввод данных Помощь << Назад Далее >>

Аналитический расчёт режимов резания при точении

Файл Расчёт Справка

Тип реза: проходной

Марка инструментального материала: P18

Модель станка: 16Б16П

Диаметр детали: 200 мм

Диаметр заготовки: 204 мм

Длина обрабатываемой поверхности: 60 мм

Обрабатываемый материал:  
 Углеродистая сталь  
 Хромистая сталь  
 Серый чугун  
 Ковкий чугун  
 Sigma 350

Характер обработки:  
 Черновая  Чистовая

Ра: \_\_\_\_\_ мкм

Заготовка: нормальная отливка

Геометрические параметры реза:  
 Передний угол: 6 Главный угол в плане: 35  
 Задний угол: 12 Вспомогательный угол в плане: 45  
 Угол наклона главной режущей кромки: 0 Радиус вершины: 2

Ввод данных Помощь << Назад Далее >>

Продовження рисунка 2.14

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМ 18-380.00.00

Арк.





стандарти Німеччини;

2. NF, UTE, AFNOR, NF EN - національні стандарти Франції;
3. BS (EN, IP, TA, SP, PD, PL, DD, CR, A-Z) - національні стандарти Великобританії;
4. JIS - національні стандарти Японії;
5. OENORM (A-Z, EN) - національні стандарти Австрії;
6. ГОСТ, ГОСТ Р - національні стандарти на пострадянському просторі;
7. AWS, API, ANSI, ASME, ASTM, EIA, IEEE, SAE, UL, NEMA, NFPA – стандарти США.

Реалізація процесу точіння має здійснюватися на сучасному технологічному устаткуванні та з використання інструменту без ознак спрацювання.

Нижче проілюстровано приклад довідкових даних та діалогових вікон для розрахунку режимів різання при чистовому точінні на основі використання прохідного різця СТП 930-1010, оснащеного пластиною WNMG080408-WMXGC4215- МКТС-Sandvik (рис. 2.16).

КОД		РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ, СМС 02.1/НВ 180									
Двусторонняя пластина		$r_c$				Глубина резания $a_p$ , мм	Подача $f_n$ , мм/об	Скорость резания $v_c$ (м/мин)			
			GC4205	GC4215	GC4215			GC4225	GC4225	GC4235	GC4205
	WNMG 06 04 08-WMX	☆	☆	☆	3 (0.5-5)	0.45 (0.15-0.7)	390	350	290		
	06 04 12-WMX	☆	★	☆	3.5 (0.8-6)	0.5 (0.2-0.75)	370	335	275		
	08 04 08-WMX	☆	★	☆	3 (0.5-5)	0.45 (0.15-0.7)	390	350	290		
	08 04 12-WMX	☆	★	☆	3.5 (0.8-6)	0.5 (0.2-0.75)	370	335	275		

Рисунок 2.16 – Загальний вигляд фрагменту довідкових даних та діалогових вікон для розрахунку режимів різання при точінні згідно

<https://studfile.net/preview/3621843/page:7/>

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- SecoCut, що містить комплекс рекомендацій для вибору режимів різання (подача, швидкість, потужність, момент і т.д.) з базами даних інструментів та оброблюваних матеріалів.

- Система високого рівня CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) відзначається можливістю імітації складних технологічних процесів за попередньо розрахованими в ній режимами різання.

- САПР ТП «Timeline» 2013 фірми SDI Solution оснащена системою управління нормативно-довідковою інформацією «Semantic». Програмний продукт призначений для проектування технологічних процесів для різних видів виробництв і формування комплекту технологічної документації в форматі PDF. Метод розрахунку режимів різання базується на використанні матеріалів В.І. Гузеєва з посібника [20].

- Система Techcard реалізує подібну систему розрахунків що й Timeline.

В діалоговому режимі розраховують режими обробки з одночасним нормуванням для різних видів виробництв, використовуючи базу даних, відомі формули і таблиці баз даних.

Режими різання також можна розрахувати в таких програмних продуктах: T-FLEX Технологія, Sprut TP, КАРУС, SWR-технологія, Імпульс, Технолог Гепард, Темп.

Загалом, питанням розробки програмних продуктів для розрахунку режимів різання при точінні присвячені праці [3-10, 14-19, 2039-41].

### 2.3 Висновки до розділу

Мають обмежене використання існуючі програмні продукти автоматизованого визначення параметрів процесу різання для верстатів з ЧПК. Причиною тому є необхідність проведення попередніх механічних випробувань зразків матеріалів, що обробляються, з метою визначення поправочного коефіцієнта на властивості цього матеріалу.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значне різноманіття програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання базується на:

- використанні різних аналітичних, табличних чи інших класичних методів, які покладені в основу процедури автоматизованого розрахунку. Це є причиною окремих відмінностей в розрахункових результатах.

- спрямування окремих програмних продуктів на різний рівень фахової підготовки користувачів. При цьому помітна тенденція до спрощення алгоритмів задання вихідних даних для автоматизованих розрахунків, орієнтованих на зниження вимог до фахових компетенцій користувачів.

- спеціалізованій області розрахункових можливостей, зумовлених використання обмеженої номенклатури технологічного устаткування та інструментів;

- тенденції до обов'язкової наявності невід'ємних програмних модулів у структурі програмних продуктів високого рівня (CAD/CAM/CAE-систем), які реалізують частину комплексних дій щодо технологічної підготовки виробництва. Зокрема результати розрахунків передаються в технологічні карти та системи класів PDM/PLM і ERP/MRP

- комерційних інтересах.

Розрахунок режимів різання доцільно здійснювати на основі використання найновіших сучасних програмних продуктів. Це дозволяє високопродуктивно провести декілька розрахунків варіантів процесу точіння для різних значень керованих параметрів (в можливих межах) з подальшим вибором раціонального варіанту.

У випадку використання закордонного технологічного устаткування та інструментів необхідно використовувати методики розрахунку режимів різання, які рекомендовані відповідним виробниками та адаптовані для визначеного верстато-інструментального спорядження.

У навчальному процесі на кафедрі технології машинобудування рекомендуємо використовувати програмний продукт, що розроблений фахівцями кафедри «Інтегровані технології машинобудування» імені М.Ф.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Семка”, оскільки він поєднує здобуття студентами пошукових навиків роботи з довідниками та реалізації автоматизованої процедури розрахунку. Таким чином підвищена продуктивність розрахунків у частині підставлення визначених коефіцієнтів у відомі розрахункові залежності та здійснення арифметичних дій.

Однак при виборі програмного продукту на виробництві слід орієнтуватися на обсяги необхідних розрахунків та рівня необхідної інтеграції результатів розрахунків в інші програмні продукти у структурі технологічної підготовки виробництва. Для одиничного типу рекомендуємо дешевий програмний продукт Олександра Малигіна.

Розрахунок певних режимів різання у середовищах різних програмних продуктів показав випадки розходження отриманих результатів. Тому актуальними є подальші дослідження за заявленою тематикою.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Встановлення типу виробництва та його організаційної форми за даними базового технологічного процесу

Як відомо, тип виробництва визначають згідно ГОСТ 3.1108-74 на основі коефіцієнта закріплення операцій

$$K_{zo} = O/P, \quad (3.1)$$

де  $O$  і  $P$  – кількості різних операцій закріплених за одним робочим місцем та робочих місць з різними операціями.

Перший показник визначаємо так

$$O = \frac{60 \cdot F_M \cdot k_g \cdot \eta}{T_{umt} \cdot N_M}, \quad (3.2)$$

де  $F_M$  – місячний фонд роботи обладнання для двохзмінного режиму, год.,  $F_M=4015/12=334,5$  год.;  $N_M$  – місячна програма випуску деталей, шт.;  $k_g$  – середній коефіцієнт використання норм часу,  $k_g = 1,3$ ;  $T_{umt}$  – штучний час використання операцій на верстаті (згідно базового технологічного процесу);  $\eta$  – середній коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta = 0,8$ ;

Для річної програми випуску деталі  $N_p = 6500$  штук і двохзмінного режиму роботи підприємства

$$N_M = N / 12 = 6500/12 = 542 \text{ шт.} \quad (3.3)$$

Результати розрахунку кількості різних операцій закріплених за одним робочим місцем наведено у таблиці 3.1.

З урахуванням даних таблиці 3.1, коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{zo} = \frac{7,14 + 1,32 + 1,25 + 5,17 + 35,66 + 5,17 + 35,66 + 9,25 + 10,49}{9} = 12.$$

Отже, тип виробництва – середньосерійний, так як  $10 < K_{zo} < 20$ .

					<i>ДРМ 18-380.000</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Івашиків			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Васильків					15
Консульт.					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТМ-61		
Н. контр.							
Затв.		Пилипець					







### 3.3 Вибір технологічних баз

У пропонованому технологічному процесі механічної обробки деталі ЖВМ 20.309 поставлено завдання ширшої реалізації принципу єдності і постійності баз з урахуванням закономірностей базування згідно ГОСТ21495-76.

На першій операції 005 “Автоматна револьверна” механічної обробки використовуватимемо необроблювані поверхні чорнові базові поверхні Ø230 і Ø60.

### 3.4 Розробка маршрутного та операційного технологічного процесу механічної обробки ступиці ЖВМ 20.309

У таблиці 3.2 представлено маршрутний та операційний опис технологічного процесу механічної обробки ступиці ЖВМ 20.309.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Маршрутний та операційний опис технологічного процесу механічної обробки ступиці ЖВМ 20.309

№ оп.	Назва операції та її зміст	Оброблюв. поверхні	Базові поверхні	Назва і мод. обладнання	Теоретична схема базування
1	2	3	4	5	6
005	<p>Автоматична токарна Установ I</p> <p>1. Точити отвір</p> <p>2. Точити вал</p> <p>3. Точити торець</p> <p>4. Точити фаску</p> <p>5. Розточити отвір та точити поверхню одночасно</p> <p>6 Точити поверхні одночасно</p>	<p><i>C</i></p> <p><i>K</i></p> <p><i>B</i></p> <p><i>E</i></p> <p><i>F, F<sub>1</sub></i></p> <p><i>B<sub>1</sub>, F<sub>2</sub></i></p>	<i>П</i>	Верстат автомат моделі ЛТ 200-М	
005	<p>Автоматична токарна Установ II</p> <p>1. Точити поверхню</p> <p>2. Точити торець</p> <p>3. Розточити отвір та точити поверхню одночасно</p> <p>4. Розточити фаску</p>	<p><i>I</i></p> <p><i>H</i></p> <p><i>П<sub>1</sub>, Д</i></p> <p><i>Д<sub>2</sub></i></p>	<i>С, Г</i>	Верстат автомат моделі ЛТ 200-М	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМ 18-380.000

Арк.



зміщення осі отвору  $\rho_{см}$ .

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (3.5)$$

Величину короблення ливарних заготовок розраховуємо так

$$\rho_{кор} = \Delta_{к} \cdot D, \quad (3.6)$$

де  $\Delta_{к}$  – питоме значення короблення,  $\Delta_{к} = (0,7 \div 1,0)$  мкм/мм [22];  $D$  – максимальний діаметр заготовки;  $D = 230$  мм

$$\rho_{кор} = (0,7 \div 1,0) \cdot 230 = 161 \div 230 \text{ мкм}$$

Приймаємо граничне значення  $\rho_{кор} = 230$  мкм.

Величина остаточного короблення після усіх технологічних переходів є такою

$$\rho_{ікко} = R_{yi} \cdot \rho_{кор}, \quad (3.7)$$

де  $R_{yi}$  – коефіцієнт уточнення форми; згідно даних [22] значення цього коефіцієнта для: чорнового розточування  $R_{y1} = 0,06$ ; чистового розточування  $R_{y2} = 0,05$ ; розвертання  $R_{y3} = 0,04$ .

Таким чином значення після чорнового розточування остаточне короблення  $\rho_{1кор} = 0,06 \cdot 230 = 14$  мкм, а після чистового розточування  $\rho_{2кор} = 0,05 \cdot 230 = 12$  мкм;

Величина зміщення стержнів, утворюючих отвір і внутрішні поверхні приймаємо рівною значенню допуску на номінальний розмір від осі отвору. Для точності відливки 7-4-6-5 ГОСТ 26645-85 допуск  $\delta = \pm 0,4$  мм, тому  $\rho_{см} = \delta = 400$  мкм.

Значення зміщення осі після технологічних переходів визначимо так:

$$\rho_{см} = R_{yi} \cdot \rho_{см}, \quad (3.8)$$

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де,  $R_{y1} = 0,05; R_{y2} = 0,005; R_{y3} = 0,002$  [25]

Відповідні значення зміщення осі отвору для різних переходів є такими:  
чорнове розточування  $\rho_{cm} = 0,05 \cdot 400 = 20$  мкм; після чистового розточування  
 $\rho_{cm} = 0,005 \cdot 400 = 2$  мкм.

Величина сумарних просторових відхилень для відливки  
 $\rho_0 = \sqrt{230^2 + 400^2} = 461$  мкм; після чорнового розточування  $\rho_1 = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25$  мкм;  
після чистового розточування  $\rho_2 = \sqrt{9 \cdot 2^2 + 2^2} = 9,4$  мкм;

Похибка установки для багатопозиційної обробки залежить від похибки  $E_\delta$   
базування, похибки  $E_s$  закріплення та похибки  $E_n$  положення заготовки

$$E = \sqrt{E_\delta^2 + E_s^2 + E_n^2}, [6] \quad (3.9)$$

Тому для чорнового розточування:

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

де  $E_s = 100$  мкм;  $E_\delta = 650$  мкм;  $E_n = 50$  мкм [6];

Для чистового розточування

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

де  $E_\delta = 0$  мкм;  $E_s = 0$  мкм, (обробку здійснюють з однієї установки);  $E_n = 50$  мкм.

Відповідні розрахункові мінімальні значення припусків для переходів:

- чорнове розточування

$$2z_{\min 1} = 2(R_0 + T_0 + \sqrt{\rho_0^2 + E_1^2}) = 2 \cdot (600 + \sqrt{466^2 + 600^2}) = 2816 \text{ мкм,}$$

де  $R_{z0} + T_0 = 600$  мкм [25];

- чистове розточування

$$2z_{\min 2} = 2(R_{z1} + T_1 + \sqrt{\rho_1^2 + E_2^2}) = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{24^2 + 50^2}) = 512 \text{ мкм,}$$

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $T_1 = 100$  мкм,  $R_{z1} = 100$  мкм.

Отримані дані зводимо в таблицю 3.4, використавши такі позначення: DELTA – допуск; DR – розрахунковий діаметр; DMIN, DMAX, 2ZMIN та 2ZMAX – граничні значення відповідно розмірів та припуску; 2ZMIN – розрахунковий припуск;  $\rho = RO$ ;  $EPS = E$ .

Таблиця 3.4 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходах на обробку отвору  $\varnothing 80H7$  мм

I	RZ	T	RO	EPS	2ZMIN	DR	DELTA	DMIN	DMAX	2ZMIN	2ZMAX
	МКМ					ММ	МКМ	ММ		МКМ	
0	300	300	466	0	0	76,54	400	76,14	76,54	0	0
1	100	100	25	660	2816	79,36	350	79,01	79,36	2816	2866
2	10	20	13	50	512	79,87	140	79,73	79,87	512	722
3	5	10	10	50	163	80,04	35	80,00	80,04	163	268
Всього										3491	3856

Перевірку достовірності проведених розрахунків виконуємо за формулою [22]:

$$T_{d(з)} - T_{d(д)} = 2Z_{0(\min)}, \quad (3.10)$$

де  $T_{d(д)}, T_{d(з)}$  – допуски відповідно деталі та заготовки:  $T_{d(д)} = 35$  мкм,  $T_{d(з)} = 400$  мкм

Розрахунки виконані правильно так як  $400 - 35 = 3856 - 3491 = 365$  мкм

**3.5.2 Розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні заготовки** виконуємо по нормативним таблицям ГОСТу 26645-85, враховуючи показники точності 7-4-6-5.

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.5.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні відливки з точністю  
7-6-5-3 ГОСТ 26645-85

Поверхня	Розмір	Припуск, мм		Допуск, мм	Новий розмір
		табличний	розрах.		
Отвір	80H7	2·2,0	2·1,75	+1,0 -0,6	76,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,6</sub>
Отвір	60	2·0,8	—	+1,0 -0,5	57,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>
Вал	230	2·2	—	+1,0 -0,6	234 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,6</sub>
Вал	100	2·1,3	—	+1,0 -0,5	102,6 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>
Довжина	116	2·2	-	+1,0 -0,5	120 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>

### 3.6 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розрахунок проводимо за методикою підручника [35], використовуючи такі позначення:  $Z_m$  – припуск,  $v$  – порядковий номер поверхні заготовки,  $m$  – номер проміжної чи заключної поверхні якої стосується припуск;  $A_i$  – конструкторський розмір,  $i$  – порядковий номер конструкторського розміру;  $S_R$  – технологічний розмір,  $R$  – порядковий номер переходу;  $Z_v$  – розмір заготовки.

Розмірну схему ТП обробки деталі, а також граф технологічних розмірних ланцюгів представлені відповідно на рисунках 3.1 і 3.2. на основі аналізу наведеного графа визначаємо складники системи рівнянь для розрахунку технологічних розмірних ланцюгів:

$$-S_1 + A_2 + Z_6 = 0, \quad (3.11)$$

На основі відомої формули перетворення такого рівняння:

$$Z_{\min} = \sum_{j=1}^{n_j} S_{j\min} - \sum_{q=1}^{n_q} S_{q\max}, \quad (3.12)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 18-380.000					











### 3.8 Розрахунок режимів різання для операцій

#### 3.8.1 Розрахунок режимів різання на обробку торця отвору Ø230 операції 005 позиція 2

Проточити торець отвору Ø230, витримуючи розмір  $16 \pm 0,2$  на прохід начисто. Устаткування – токарний автомат мод LT 200-М.

Швидкість різання визначимо за формулою [12]:

$$v = \frac{C_v}{T_m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (3.14)$$

де  $C_v = 292$ ;  $x = 0,15$ ,  $y = 0,20$ ,  $m = 0,20$ ;  $S = 0,108$  мм/об;  $t = 2,5$  мм;  $T = 60$  хв.

Значення коефіцієнтів визначаємо так

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{2v}, \quad (3.15)$$

де

$$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}, \quad (3.16)$$

де  $n_v = 1,25$

тому

$$K_{Mv} = \left(\frac{190}{241}\right)^{1,25} = 0,743$$

Інші коефіцієнти  $K_{Uv} = 1,0$ ;  $K_{Пv} = 0,85$ ;  $K_{\varphi v} = 1,2$ ,  $K_{\varphi 1v} = 0,97$ ,  $K_{2v} = 1,0$ ;

$$K_v = 0,743 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 0,735$$

$$v_p = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,108^{0,2}} \cdot 0,735 = 138,7 \text{ м/хв.}$$

Розрахункову кількість обертів шпинделя визначають так

$$n_p = \frac{1000v_p}{\pi D}, \quad (3.17)$$

де діаметр обробки  $D = 230$  мм

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p = \frac{1000 \cdot 138,74}{\pi \cdot 230} = 136 \text{ об/хв.}$$

Внаслідок коректування отриманої розрахункової частоти із частотами паспорта верстату приймаємо  $n = 170$  об/хв. Тоді дійсна швидкість різання

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 230 \cdot 136}{1000} = 42,7 \text{ м/хв.}$$

Силу різання визначимо так:

$$P_z = 10 \cdot c_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (3.18)$$

де  $x = 1,0, y = 0,75, n = 0; C_p = 92;$

Добуток уточнюючих коефіцієнтів, які враховують вплив геометричних параметрів різця є таким:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{\nu_p}, \quad (3.19)$$

де  $K_{M_p} = (HB/190)^{n_M} = (241/190)^{0,4} = 1,1, K_{\varphi_p} = 1,08, K_{\gamma_p} = 1,25, K_{\lambda_p} = 1,0, K_{\nu_p} = 1,0$

$$K_p = 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,485$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,108^{0,75} \cdot 141,6^0 \cdot 1,485 = 643,46 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (3.20)$$

$$N = \frac{643,46 \cdot 141,6}{1020 \cdot 60} = 1,488 \text{ кВт}$$

Необхідну потужність приводу визначають за формулою:

$$N_n = \frac{N}{\eta}, \quad (3.21)$$

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

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_n = \frac{1,488}{0,8} = 1,86 \text{ кВт}$$

### 3.8.2 Розрахунок тривалості механічного оброблення

Механічний час обробки визначимо за відомою формулою:

$$T_M = \frac{l_1 + l_2 + l}{n \cdot S}, \quad (3.22)$$

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

$$l = 0,5(D - d), \quad (3.23)$$

де  $D, d$  – відповідно максимальний та мінімальний діаметри обробки;  $D = 230$  мм,  $d = 60$  мм;

$$l = 0,5(230 - 60) = 85 \text{ мм};$$

$$T_M = \frac{6 + 6 + 85}{136 \cdot 0,17} = 4,43 \text{ хв.}$$

Тривалість технологічного часу обробки:

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + T_M, \quad (3.24)$$

де  $t_1$  – час повороту стійки на  $45^\circ$ ,  $t_1 = 0,1$  хв.;  $t_2$  – час витримки на упорі,  $t_2 = 0,02$  хв.;  $t_3$  – час швидкого підводу револьверної головки,  $t_3 = 0,03$  хв.;  $t_4$  – час швидкого відводу револьверної головки,  $t_4 = 0,03$  хв.

$$T_0 = 0,1 + 0,02 + 0,03 + 0,03 + 4,43 = 4,61 \text{ хв.}$$

$$T_0 = 0,12 + 0,02 + 0,03 + 0,03 + 2,0 = 2,0 \text{ хв.}$$

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.9 Вибір устаткування

Вибір устаткування проводимо відповідно до норм ГОСТу 14.404-73 та з умов здатності забезпечення: розмірів, форм та якості поверхонь деталі, відповідності розмірів верстату габаритам деталі, і за продуктивністю обсягу виробництва, наявності верстату.

Враховуючи викладені вимоги вибираємо таке устаткування: оброблюючий центр LT 200-M (операція 005) та агрегатний вертикальний чотирьох позиційний верстат свердлильної групи А-1 (операція 35 обробки вузла, у склад якого входить деталь ступиця).

Перший верстат характеризується двома співвісними незалежними шпинделями (рис. 3.3). Він призначений для виготовлення деталей із штучних заготовок в умовах як масового, крупносерійного та серійного виробництв. Його використання забезпечує збільшення коефіцієнта концентрації операцій на одному робочому місці у порівнянні з базовим варіантом,

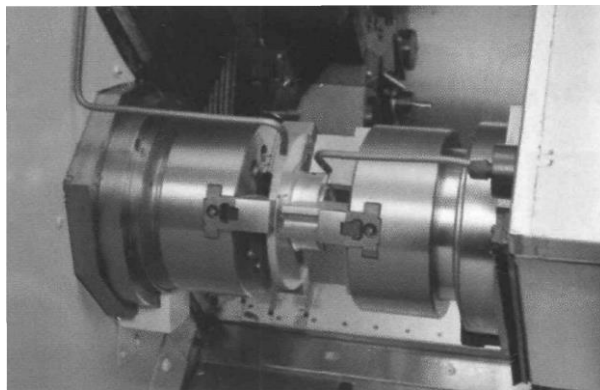


Рисунок 3.3 – Схема передачі заготовки з кулачка 1 на кулачок 2

Агрегатний верстат А-1 належить до спеціальних верстатів, який складається з уніфікованих деталей та вузлів і призначений для обробки складних і відповідальних деталей в умовах серійного і масового типів виробництва. Він займає малу площу, відзначається стабільною точністю обробки, не вимагає особливої фахової підготовки верстатника. Він складається з нормалізованих

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





7. Маса, кг 1590

Стіл силовий самодіючий електромеханічний прямолінійної  
подачі по МН 2755-61

1. Розміри робочої поверхні, мм 750×400

2. Найбільше зусилля подачі, кг 2500

3. Довжина ходу, мм 400

4. Діапазони робочих подач, мм/хв. 16,8 – 137; 50,4 – 412; 316 – 1293

5. Швидкість швидкого ходу, м/хв. 5,1

6. Потужність електродвигуна, кВт:

– швидкого ходу 1,0

– робочої подачі 0,5

7. Габаритні розміри, мм:

ширина 530

довжина 2000

висота 306

8. Маса, кг 697

Бабка силова УМ 2521-1,00 по МН 5550-64

1. Потужність двигуна, кВт 1,1

2. Кількість обертів вихідного валу, об/хв. 465

3. Габаритні розміри, мм:

ширина 250

довжина 550

висота 285

4. Маса, кг 79

### 3.10 Висновок до розділу

В розділі наведено усі необхідні технологічні розрахунки для реалізації вдосконаленого ТП виготовлення деталі.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 4.1 Розробка конструкції виливки

Способом виготовлення заготовки деталі Ступиця ЖВМ 20.309 вибрано лиття в кокіль. В результаті цього отримують вилівку з точністю 7-4-6-5 згідно ГОСТ 26645-85. На основі правила тіней [30] визначаємо розміщення площини роз'єму виливки у діаметральній площині максимального габаритного розміру заготовки (рис. 4.1). Це дозволить здійснити безперешкодне формоутворення криволінійних поверхонь та нейтралізувати виникаючі похибки.

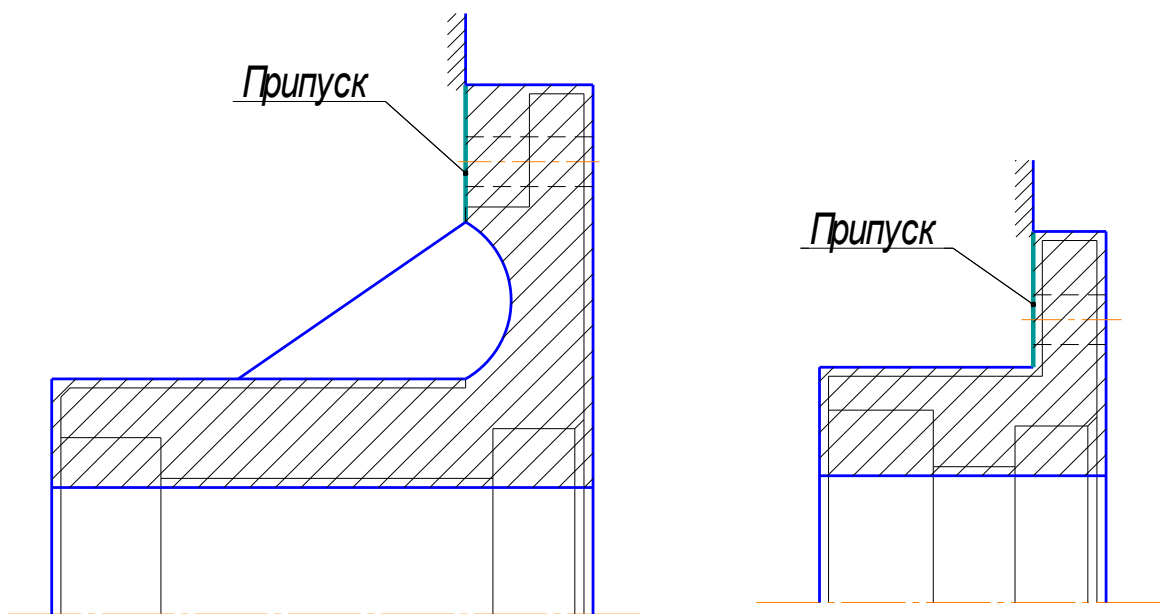


Рисунок 4.1 – Схема розміщення площини роз'єму відливки для машинної формовки її моделі

Усі внутрішні порожнини заготовки необхідно формувати за допомогою встановлення стержнів.

					ДРМ 18-380.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Івашиків				КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Васильків							15
Консульт.						ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТм-61		
Н. контр.								
Затв.	Пилипець							





(виявлення тріщин, ширина яких перевищує 0,02-0,05 мм) та кольоровий метод (невидимі дефекти);

- ультразвуковий метод контролю (виявлення внутрішніх дефектів дефектоскопами УЗД-12Т, ДУК-13 ММ).

## 4.2 Вибір та розрахунок конструкцій спеціальних верстатних і контрольних пристроїв, засобів технічного спорядження

### 4.2.1 Патрон спеціальний 3-ох цанговий розтискний для операції 005

*Вихідні дані для проектування*

Початкові параметри для проектування затискного патрона:

а) характеристики механічної обробки:

$n_{\max} = 334$  об/хв.;  $n_{\min} = 103$  об/хв.;  $S_{p\min} = 0,06$  мм/об.;  $S_{p\max} = 0,325$  мм/об.;

$P_z = 2528$  Н;  $T_o = 2,20$  хв.;  $T_{M\max} = 2,02$  хв.;  $T_{M\min} = 1,39$  хв.

б) характеристики точності і розмірів поверхонь: розміри згідно 9-14 кв.; для поверхонь  $\varnothing 180H9$  і  $\varnothing 196$  має бути забезпечене відхилення від співвісності, яке не перевищує 0,08 мм; а торцеве биття поверхні відносно отвору  $\varnothing 90H7$ , за яким доцільно здійснювати базування деталі - не більше 0,12 мм.

*Розробка схеми пристосування*

Розроблену схему базування деталі (див. пункт 2.3 і 2.4) реалізуємо за допомогою пристосування у вигляді розтискного трьохкулачкового цангового патрона (рис. 4.3).

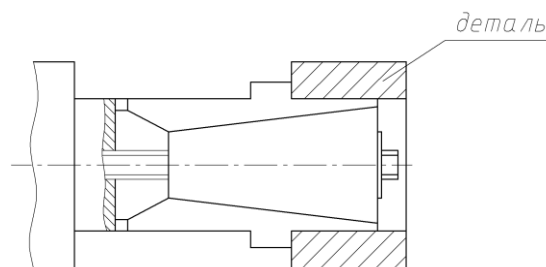


Рисунок 4.3 – Схема закріплення деталі з базуванням по отворі та торці на розтискному трьохкулачковому патроні

					ДРМ 18-380.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







$$M_{тр} = W_{сум} \cdot f \cdot R, \quad (4.2)$$

де  $W_{сум}$  – сумарна сила затиску оброблюваної заготовки усіма кулачками пристосування, Н;  $W_{сум} = f \cdot R = R \cdot M = R \cdot P_z \cdot R_1$ ,  $f$  – коефіцієнт тертя між кулачками і деталлю,  $f = 0,8$ ;  $M$  – момент різання, Н;  $R$  – коефіцієнт запасу затиску,  $R = 1,5$ .

Для даного випадку сумарна силу затиску оброблюваної заготовки визначаємо так:

$$W_{сум} = \frac{R \cdot M}{f \cdot R} = \frac{R \cdot P_z \cdot R_1}{f \cdot R}, \quad (4.3)$$

$$W_{сум} = \frac{1,5 \cdot 2528 \cdot 98,4}{0,8 \cdot 45} = 10365 \text{ Н}$$

Величина сили на штоці гідроциліндра  $Q$  для випадку упору заготовки на бурт оправки з розміщенням на розтискній цанговій оправці (цанзі):

$$Q = W_{сум} \cdot [tg(\alpha + \varphi) + f], \quad (4.4)$$

де  $\varphi$  – кут тертя на поверхні цанги,  $tg\varphi = 0,2$ , то  $\varphi = 11,31^\circ$

$$Q = 10365 \cdot [tg(5^\circ + 11,31^\circ) + 0,8] = 11325 \text{ Н}$$

Так як  $11325 \text{ Н} < 19600 \text{ Н}$ , тому робота затискного механізму забезпечує надійне функціонування технічної системи.

#### *Розрахунок на міцність деталей проєктованого пристосування*

У процесі затиску деталі існує ймовірність зминання як поверхонь пелюсток цанги, так і посадочної суміжної поверхні деталі –  $\varnothing 60\text{H}7$ .

Як відомо, умова міцності на зминання є такою:

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{зм} = \frac{P \cdot K}{\pi \cdot D \cdot l_k \cdot 2} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (4.6)$$

де  $P$  – величина сили затиску,  $P = W = 10365$  Н;  $K$  – коефіцієнт запасу,  $K = 1,6$ ;  $l_k$  – загальна довжина взаємного контакту вздовж осі,  $l_k = 20$  мм; 2 – кількість контактуючих поверхонь;  $[\sigma]_{зм}$  – допустиме напруження зминання, для чавуну  $[\sigma]_{зм} = 90$  Н/мм<sup>2</sup>;

$$\sigma_{зм} = \frac{10365 \cdot 1,6}{\pi \cdot 90 \cdot 20 \cdot 2} = 1,5 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{зм}$$

Таким чином, умова міцності забезпечена.

### *Опис роботи пристосування*

Ступицю встановлюють на розтискні кулачки (поз. 5) з опорою на торець  $\varnothing 230$ .

Через шток (поз. 8) гідроциліндра, розміщеного в шпинделі верстата, зусилля від нього передається на кулачки (поз. 5). Внаслідок переміщення вздовж конусних поверхонь оправки (поз. 6) в напрямку осі оправки, одночасно переміщуються в радіальному напрямку кулачки, передаючи в цьому ж напрямку і зусилля силової дії.

Кріплення патрону до шпинделя верстату здійснено за допомогою чотирьох болтів (поз. 8)

## **4.2.2 Багатошпindelна сверлильна головка**

### *Вихідні дані розрахунку*

Вихідні дані для розрахунку є такими: устаткування – агрегатний верстат мод. А-1; діаметр обробки – 11 мм; матеріал деталі – Сталь 35Л; кількість отворів – 6.

Енергосилові параметри та режими різання, що виникають у процесі сверління 1-

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

го отвору є такими:  $V = 8,2$  м/хв.;  $n = 200$  об/хв.;  $S = 0,1$  мм/хв.;  $S_m = 20$ мм/хв.;  $T_m = 2,0$  хв.;  $P_z = 4780$  Н;  $N_{8отв.} = 0,64$  кВт.

Параметри агрегатного верстату: потужність силової бабки  $N = 1,1$  кВт , кількість обертів вихідного валу дорівнює 465 об/хв.

### Вибір кінематичної схеми головки

Вибір кінематичної схеми головки здійснюємо відповідно до характеристик технологічного устаткування, виходячи із таких умов (див. рис. 4.5):

- усі зубчасті колеса розміщуємо між двох опор (радіальні підшипники);
- наявність паразитних шестерень для забезпечення правого напрямку обертання усіх шпинделів;
- усі зубчасті колеса розміщуватимемо в один ярус виходячи із значень відстані між осями шпинделів.

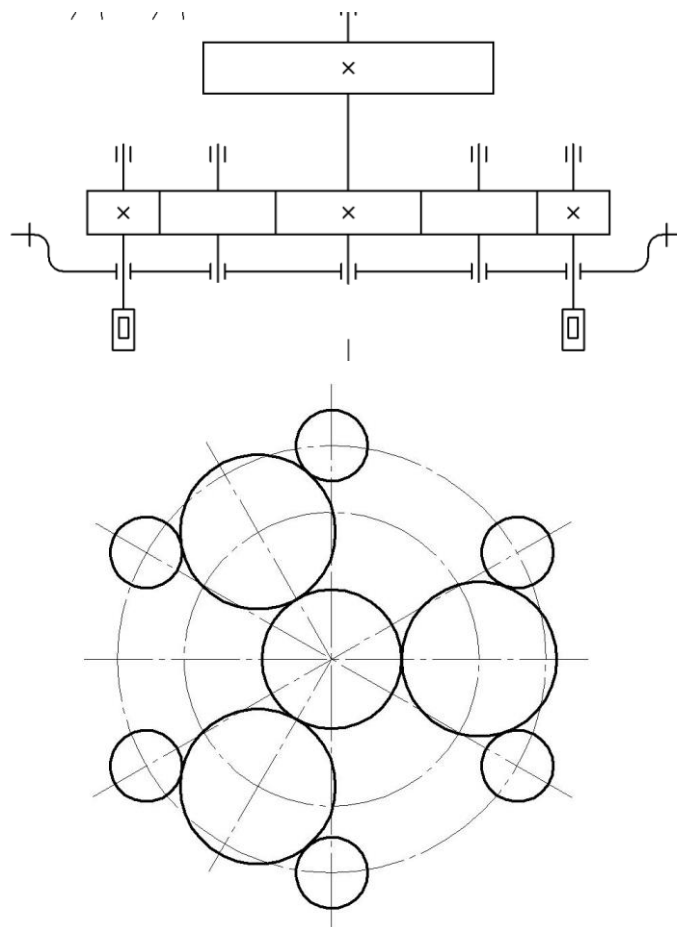


Рисунок 4.5 – Спрощена кінематична схема восьмишпindelної свердлильної ГОЛОВКИ

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Визначення розмірів валів, шпинделів та зубчастих коліс

Із аналізу конструкції головки бачимо, що центральний ведучий вал є найнавантаженишим. Тому розрахунок модуля зачеплення усіх зубчастих коліс головки здійснюємо на основі урахування навантаження, яке припадає на зуб шестерні, встановленої на цьому валі.

Діаметр ведучого залежить від величини крутного моменту, який передається в процесі різання (свердління). Тому:

$$d_1 = \sqrt{\frac{16M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (4.7)$$

де  $d_1$  – діаметр центрального валу;  $[\tau]$  – допустиме напруження кручення,  $[\tau] = 1500 \text{ кгс/см}^2$  – для сталі 45 [27];  $M_{кр}$  – 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  $i$  – значення передаточного числа між двигуном та центральним валом; 735,5 – коефіцієнт переведення потужності вираженої у Вт у розмірність сили.

Отже, діаметр вала:

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

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

Величину діаметра  $D$  направляючої (хвостової) частини робочих шпинделів визначають залежно від діаметра свердла  $d$ . Тому для  $d = 11$ ,  $D/d = 1,3$  і  $D = 11 \cdot 1,3$

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

= 14,3 мм. Згаданий параметр приймаємо рівним 20 мм.

Модуль веденої шестерні робочого шпинделя вибирають залежно від діаметра свердла. Для  $d = 13$  мм з урахуванням передбачення наявності запасу 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. Передбачивши можливість застосування свердлильної головки для обробки отворів іншого діаметру призначаємо  $D_o = 63$  мм.

Ширину зубчастих коліс приймаємо рівною 10 модулям тобто 25 мм.

Діаметри проміжних валів, за умови що паразитна шестерня забезпечує рух двох робочих шпинделів призначаємо рівними 30 мм із умови  $D_n = 1,3 \cdot D = 1,3 \cdot 20 = 26$  мм.

#### *Розрахунок підшипників*

Розрахунок підшипників виконують враховуючи що довговічність підшипників у багатошпиндельних головках повинна становити щонайменше 2-3 год. машинного часу. За такої довговічності підшипники необхідно замінювати через 1-1,5 року, що відповідає проектуваному строку виробництва деталі Ступиця ЖВМ 20.309.

#### *Перевірковий розрахунок на міцність*

Перевірковий розрахунок на міцність здійснюватимемо за допустимими напруженнями і заданими умовами роботи шляхом визначення величини модуля і порівнюючи її з прийнятою у розрахунках величиною.

Значення модуля із умови втомленості поверхневого шару металу зубів:

$$m_{нов} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i\psi} \cdot \left( \frac{180000}{z \cdot [\sigma]_K} \right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K}{K_v}}, [21] \quad (4.8)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДРМ 18-380.000



## *Опис конструкції агрегатної головки*

Спроектowana агрегатна головка призначена для обробки 6 отворів  $\varnothing 11$  H14.

Основним конструктивним її елементом є ведучий вал (поз. 1), для передачі крутного моменту від приводу верстата на колесо. Від останнього через трензели він передається шпindelним валам головки. У конструкціях шпindelів передбачено закріплення свердл з робочим діаметром 11 мм. Весь вузол агрегатної головки розміщений у спеціальному корпусі, який забезпечує необхідні жорсткі умови роботи шпindelів.

### **4.3 Висновок до розділу**

В розділі виконано розроблення конструкції відливки, вибір та проектування цангового розтискного патрону та шестишпindelної свердлильної головки для виготовлення ступиці ЖВМ 20.309.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 5.1. Електронне портфоліо інженера-механіка

У світовій практиці електронне портфоліо (е-портфоліо) є частиною стратегії електронного навчання (e-learning), яка вважається найбільш перспективною технологією навчання в 21 столітті.

Основною метою створення портфоліо для інженера-механіка є аналіз і подання значущих результатів процесів професійного та особистісного становлення, забезпечення моніторингу його культурно-освітнього зростання. Формування портфоліо студента інженерної спеціальності є актуальне, позаяк після закінчення вузу йому для успішного працевлаштування необхідно продемонструвати потенційному роботодавцю свої досягнення і здібності, як молодого фахівця. Під терміном "портфоліо" розуміють спосіб фіксування, накопичення та оцінювання індивідуальних досягнень. Хоча в науковій літературі можна зустріти досить багато визначень терміну «електронне портфоліо». В.Ю. Переверзєв і С.А. Синельников визначають електронне портфоліо студентів як сукупність студентських робіт, зібраних із застосуванням електронних засобів і носіїв, представлених у вигляді або компакт-дисків, або у вигляді web-сайту [1].

Загалом, електронне портфоліо - це не результат роботи, а, насамперед, інструмент для демонстрації та оцінювання професійного та особистісного зростання студента.

Виділяють наступні види е-портфоліо:

- Оціночне е-портфоліо: демонструє досягнення певного рівня компетентності, в рамках стандартів, обмежених можливостями е-портфоліо. Зокрема студент спеціальності 131 Прикладна механіка надає оціночне портфоліо як доказ своєї фахової відповідності конкретним вимогам рівню компетентності за загаданою спеціальністю.

					<i>ДРМ 18-380.000</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Івашків</i>			<b>СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						15
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТМ-61</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						







## Освіта

ТНТУ ім. Івана Пулюя  
Інженерна механіка  
2013— теперішній час.

## Досвід роботи

Інженер-конструктор  
ТОВ "ОСП Корпорація Ватра"  
липень — грудень 2016 р.

Інженер-конструктор  
ТОВ "САЮЗ"  
грудень 2016 р. — квітень 2017 р.

Помічник інженера-конструктора  
ПП "НВФ "КВОТА"  
червень 2017 р. — теперішній час.

Компас 3D

**Високий рівень**

Solid Works

**Високий рівень**

T-flexCAD

**Середній рівень**

AutoCAD

**Середній рівень**

Mathcad

**Вище  
середнього**

Англійська та німецька мови

**Нижче  
середнього**

НЕДАВНІ РАБОТИ. ПОКАЗАТИ ЩЕ >

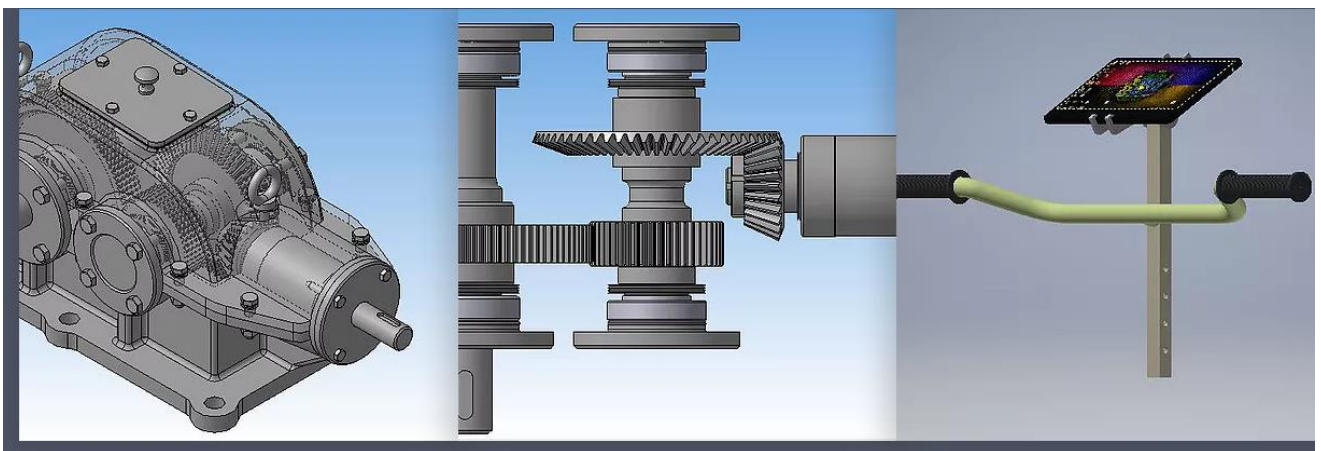


Рисунок 5.1 - Фрагменти е-портфолію, створеного у середовищі WiX.com

Результати розробки портфолію нами опубліковані в праці [21].

### 5.2 Оцінка рівня складності завдань. Вибір і коротка характеристика програмного і технічного забезпечення для розв'язування поставлених задач

Основним завданням виконання даного розділу автоматизоване проектування технологічного процесу механічної обробки ступиці ЖВМ 20.309.

Для вирішення цієї задачі використовується система автоматизованого проектування технологічних процесів „ТехноПро”.

„ТехноПро” являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва.

Арк.

ДРМ 18-380.000

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата







Інформаційна пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів і їх пошук. Вихідним документом є технологічний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації призначена для внесення нових типових підсистем в архів і видалення непотрібних. Основним елементом „ТехноПро” є підсистема проектування. Блок-схема алгоритму цієї підсистеми зображена на рисунку 5.3.

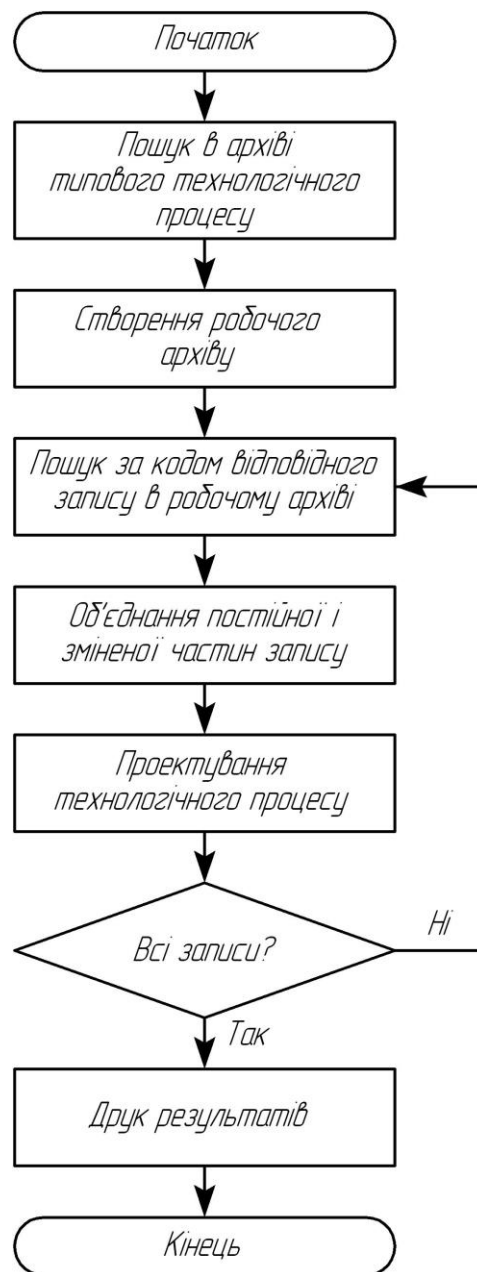


Рисунок 5.3 - Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування





## 6 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ

### 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 частина	Кількість деталей			Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовок	деталей
1	ЖВМ20.30	ЖВМ 20.309	Корпус	Сталь 35Л	Лиття	1	10	6000	500	6500	18,5	16,2	121,45	106,35

Так як, деталь частину деталі ступиця ЖВМ 20.309 обробляють на агрегатному верстаті А-1 після її встановлення на опорному елементі (трубі), а отримання згаданої деталі здійснюють лише на одному верстаті мод. LT200M, то розрахунок дільниці цеху проведемо для операцій базового ТП оброблення деталі в зборі, у якому лише замінена операція радіально-сверлильна на агрегатну для отримання 6-ти отворів у згаданій ступиці.

Розрахунки проводимо на основі використання формул з праць [22, 29, 34].

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Івашків				Проектування виробничого цеху	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Васильків							
Н. контр.	Ткаченко					ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-51		
Затв.	Пилипець							

## 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

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

$$T_M = 5,38 + 29,14 + 30,84 + 7,45 + 1,08 + 7,45 + 1,08 + 4,16 + 3,67 = 90,25 \text{ хв.}$$

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

Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу ЖВМ 20.309 наведена в таблиці 7.2.

Таблиця 6.2 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу ЖВМ 20.309

№ п/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт.	Габарити, мм
1	005 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний мод. 16К20	1	3360×1710
2	010 Горизонтально-розточна	Горизонтально-розточний мод.2А622-1	1	2100×2440
3	015 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод.16К20Ф3	1	3360×1710
4	020 Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний мод.2Н55	1	2445×1000
5	025 Слюсарна	Верстак	1	1500×1000
6	030 Агрегатна	Агрегатний мод.А-1	1	2500×1000
7	035 Слюсарна	Верстак	1	1500×1000
	Всього		7	

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

– установка для промивання деталей;

– контрольний

стіл.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.4 Вибір типу вантажопідйомних і транспортних засобів

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

Визначимо кількість електрокарів

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

де  $Q$  – річний вантажообіг,  $Q = 18,5 \cdot 6500 = 121452$  кг  $\approx 121,5$  т;

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

$T_{np}$  – 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,  $k_e = 0,8$ ;

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

$$E = \frac{121,5 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 4015 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт.}$$

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.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за формулою

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

де  $N$  – кількість деталей, що транспортуються за зміну,  $N = 27$  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,  $m = 2$  шт.

$$K = \frac{27 \cdot 3 \cdot 25}{2 \cdot 480} \approx 2 \text{ шт.}$$

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

## 7.5 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 стійка копача в умовах виробництва базового підприємства. Вихідні дані:

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

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– габарити всіх верстатів – середні.

Виробнича площа дільниці по визначається по питомій площі на одиницю обладнання по нормах технологічного проектування.

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

де  $N$  – кількість верстатів в цеху, шт.;

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

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

Площа складально-випробувального відділення згідно рекомендацій 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;

Кількість заточувальних верстатів – 4, питома площа – 8...10  $\text{м}^2$ . Отже площа заточного відділення = 40  $\text{м}^2$ .

– цехова ремонтна база;

Кількість верстатів ЦРБ – 2, питома площа – 30  $\text{м}^2$ , отже загальна площа = 60  $\text{м}^2$ .

– відділення ремонту спорядження та інструменту;

Для наявної кількості верстатів (6 шт.) при питомій площі 20...22  $\text{м}^2$  площа відділення буде 120  $\text{м}^2$ .

– контрольне відділення;

Площа відділення визначається із розрахунку 5...6  $\text{м}^2$  на одного контролера, отже площа контрольного відділення –  $5 \times 12 = 60 \text{ м}^2$ .

– склади матеріалів і заготовок;

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю

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

де  $M_{\Sigma}$  – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску,  $M_{\Sigma} = 227,806$  т.;

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

$q$  – допустиме навантаження на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги складу,  $q = 1,4$  т/м<sup>2</sup>;

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

$$F_3 = \frac{2278,06 \cdot 6}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 125 \text{ м}^2.$$

– проміжний склад;

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

$$F_3 = \frac{2278,06 \cdot 1}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 21 \text{ м}^2.$$

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

Площа цього відділення визначається в залежності від кількості верстатів і приймається рівною  $70 \text{ м}^2$ .

– відділення для збирання і переробки стружки;

Площа цього відділення визначається аналогічно до попереднього і приймається рівною  $104 \text{ м}^2$ .

– інструментально-роздавальна комора;

Норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості верстатів механічного відділення. Приймаємо площу рівною  $44 \text{ м}^2$ .

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		









типових секціях передбачено для стропильних і підстропильних конструкцій тільки одну ферму з довжиною міжпрольотної відстані – 18 м, а для підстропильних – 12 м.

Для бокових світлопройомів 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/м<sup>2</sup>, 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 приміщень, проходів, проїздів без розміщення основного технологічного обладнання.

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

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 діляниць, 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.

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.

Компоувальний план цеху виконано в масштабі 1:200.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$N_M = N / 12 = 6500 / 12 = 542 \text{ шт.}$$

Розраховуємо число операцій закріплене за одним робочим місцем

– операція 005 (токарно-гвинторізна):

$$O_1 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{5,38 \cdot 542} = 7,16;$$

– операція 010 (горизонтально-розточна)

$$O_2 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{29,14 \cdot 542} = 1,32;$$

– операція 015 (токарна з ЧПУ)

$$O_3 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{30,84 \cdot 542} = 1,25;$$

– операція 020 (радіально-свердлильна)

$$O_4 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{7,45 \cdot 542} = 5,17;$$

– операція 025 (слюсарна)

$$O_5 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{1,08 \cdot 542} = 35,66;$$

– операція 030 (агрегатна)

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		





## 6.10 Висновки до розділу

Проведено проектування виробничої дільниці для реалізації розробленого технологічного процесу: виконано уточнення програми виробництва на дільниці, розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів, визначення річної потреби в технологічному обладнанні, складання зведеної відомості обладнання, визначення кількісного складу працюючих в механічному відділенні, визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху та дільниці, визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі, розроблено компоувального плану цеху план розміщення обладнання, проведено вибір вантажопідйомних і транспортних засобів.

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



## 7 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Методика розрахунків

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:

а) річна програма випуску  $N = 6500$  шт;

б) тип виробництва – середньосерійний;

в) характеристики операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт;

г) маса деталі ЖВМ 20.309  $m = 8,5$  кг; маса заготовки деталі ЖВМ 20.309  $m_3 = 11,5$  кг; марка матеріалу сталь 35Л.

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дат</b>	<b>Обґрунтування економічної ефективності</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Розробив	Івашків							
Перевірів	Васильків							
Консультан								
Н.контр.	Ткаченко							
Затвердив	Пилипець							
						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-51		

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

$$C_{m.o.} = M_{\partial.m.} + \Pi_m + E_m + Z_{o.p.} + Z_{i.p.} + B_{m.o.} + B_{\partial.o.} + B_{np} + B_{in} + B_{вим} + B_{нч} + B_{пл} + B_i \quad (7.1)$$

де  $M_{\partial.m.}$  – вартість допоміжних матеріалів для технологічних цілей;

$\Pi_m$  – вартість технологічного палива;

$E_m$  – вартість технологічної енергії;

$Z_{o.p.}$  – оплата праці основних виробничих робітників з відрахуваннями;

$Z_{i.p.}$  – оплата праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які забезпечують технологічний процес;

$B_{m.o.}$  – вартість утримання та експлуатації технологічного обладнання;

$B_{\partial.o.}$  вартість утримання та експлуатації допоміжного обладнання, яке безпосередньо забезпечує даний процес;

$B_{np}$  – витрати на утримання та експлуатацію пристроїв;

$B_{in}$  – витрати на ріжучий інструмент;

$B_{вим}$  – витрати на вимірювальний інструмент;

$B_{нч}$  – витрати на підготовку програм для верстатів з ЧПК та ПР;

$B_{пл}$  – витрати на утримання та експлуатацію виробничих площ;

$B_i$  – інші витрати.

Технологічна собівартість виготовлення деталі є сумою технологічних собівартостей операцій по всій ділянці.

$$C_{т.в.д.} = \sum C_{m.o.}, з.о./дет \quad (7.2)$$

Технологічна собівартість деталі.

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C_{т.д.} = M_0 + \sum C_{т.о.}, з.о./дет \quad (7.3)$$

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

$$M_0 = H_{вом.} \cdot K_{тз} \cdot Ц_{м} + B_{відх.} \cdot Ц_{відх.} \quad (7.4)$$

де  $H_{вом.}$  - норма витрат основного матеріалу;

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

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

$B_{відх.}$  - маса відходів, кг;

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

$$H_{вом.} = M_{n_1} + M_{n_2} + M_{n_3} \quad (7.5)$$

де  $M_{n_1}$  - норма витрат основного матеріалу ступиці КС6Б-53.305,  $M_{n_1} = 8,5$  кг;

$M_{n_2}$  - норма витрат основного матеріалу втулки КС6Б-53.808,  $M_{n_2} = 5,5$  кг;

$M_{n_3}$  - норма витрат основного матеріалу стакану КС6Б-53.306,  $M_{n_3} = 2,2$  кг.

$$H_{вом.} = 5,5 + 8,8 + 2,2 = 16,2 \text{ кг}$$

$$B_{відх.} = (B_{з_1} - M_{n_1}) + (B_{з_2} - M_{n_2}) + (B_{з_3} - M_{n_3}), \quad (7.6)$$

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $B_{з1}$ ,  $B_{з2}$ ,  $B_{з3}$  - маса заготовок.

$$B_{відх.} = (5,9 - 5,5) + (11,5 - 8,5) + (2,5 - 2,2) = 3,7 \text{ кг}$$

$$M_0 = 16,2 \cdot 1,08 \cdot 6,6 + 0,66 \cdot 3,7 = 117,9 \text{ г.о./шт.}$$

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.

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

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

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Z_{op} = T_n \cdot F_{т.с} \cdot U_{бр} \cdot K_{дн} \cdot K_{дв} \cdot K_{сс} / 60 \cdot H_{об}, з.о. \quad (7.8)$$

де  $T_n$  – норма часу на виконання процесу, операції, хв;

$F_{т.с}$  – годинна тарифна ставка відповідного тарифного розряду роботи по виконанню процесу, з.о.;

$U_{бр}$  – кількість чоловік в бригаді, які забезпечують даний технологічний процес;

$K_{дн}$  – коефіцієнти доплати за відпрацьований час;

$K_{дв}$  – коефіцієнти доплати за невідпрацьований час;

$K_{сс}$  – 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

$$Z_{ip} = T_{нал} \cdot \Gamma_{тс} \cdot K_n \cdot K_{рп} \cdot K_{дв} \cdot K_c / \mathcal{C}_p \text{ з.о.} \quad (7.9)$$

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:

$$Z_{ip} = \Phi_{др} \cdot \Gamma_{тс} \cdot K_n \cdot K_{рп} \cdot K_{дв} \cdot K_c / \mathcal{C}_p \cdot H_{об}, з.о. \quad (7.10)$$

де  $\Phi_{др}$  – річний фонд часу роботи наладчика, год;

$H_{об}$  – норма обслуговування наладчиком групи подібних верстатів.

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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:

$$B_{\text{то}} = B_a + B_p + B_e + B_d, \text{ з.о.} \quad (7.11)$$

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.

$$B_{ay} = B_{\delta} \cdot H_{ap} \cdot E_n / \Phi_{\delta.o} \cdot 60 \cdot 100 \quad (7.12)$$

де  $B_{\delta}$  – балансова вартість обладнання (з врахуванням транспортних, монтажних пусконаладжувальних робіт), з.о.;

$H_{ap}$  – норма амортизації обладнання на реновації, %;

$\Phi_{\delta.o}$  – річний фонд часу роботи обладнання, год.

Амортизаційні відрахування на спеціальне і прирівнене до нього обладнання.

$$B_{ac} = B_{\delta} \cdot H_{ap} / \mathcal{C}_p \cdot 100 \text{ з.о.} \quad (7.13)$$

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

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$B_{p,y} = (P_{cm} \cdot H_{\text{вм}} + P_{ec} \cdot H_{\text{в.с}} + H_{\text{вп}}) T_n / \Phi_{\text{д.о}} \cdot 60, \quad \text{г.о.} \quad (7.14)$$

– для спеціального обладнання

$$B_{p,y} = (P_{cm} \cdot H_{\text{вм}} + P_{ec} \cdot H_{\text{в.с}} + H_{\text{вп}}) T_n / \Phi_p, \quad \text{г.о.} \quad (7.15)$$

де  $P_{cm}$  – категорія ремонтної складності механічної частини обладнання в ремонтних одиницях;

$P_{ec}$  – категорія ремонтної складності електричної частини обладнання в ремонтних одиницях;

$H_{\text{в.с}}$  – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності механічної частини, г.о.;

$H_{\text{вп}}$  – норматив річних витрат та механічне обладнання і ремонт пристрою програмного управління, г.о.;

$P_{cm}, P_{ec}, H_{\text{вм}}, H_{\text{вп}}, H_{\text{в.с}}$  – 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:

$$B_{\text{ед}} = P_{\text{д}} \cdot T_n \cdot K_y \cdot K_n \cdot U_e / K_{\text{д}} \cdot K_m \cdot 60, \quad \text{г.о.} \quad (7.16)$$

де  $P_{\text{д}}$  – сумарна потужність електродвигунів обладнання,  $\text{kВт}$ ;

$K_y$  – коефіцієнти використання двигунів за часом і потужністю;

$K_{\text{д}}; K_m$  – коефіцієнти корисної дії електродвигунів і мережі:  $K_{\text{д}} = 0,8 - 0,9$ ;  $K_m = 0,9 - 0,94$ .

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





$$B_{\text{пр}} = B_{\text{бпр}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot T_{\text{н}} / \Phi_{\text{до}} \cdot T_{\text{а}} \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.20)$$

– для спеціальних пристроїв:

$$B_{\text{прс}} = K_{\text{д}} \cdot B_{\text{бпр}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot T_{\text{а}} \cdot \mathcal{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.21)$$

де  $B_{\text{бпр}}$  – балансова вартість пристроїв, з.о.;

$K_{\text{вр}}$  – коефіцієнти витрат на утримання і ремонт;

$T_{\text{а}}$  – термін амортизації, років;

$K_{\text{д}}$  – 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  $K_{\text{вр}}$  і  $T_{\text{а}}$  приймаються по даних базового підприємства. Значення  $T_{\text{а}}$  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

$$B_{\text{ін}} = (\mathcal{C}_{\text{ін}} \cdot K_{\text{уб}} \cdot K_{\text{вр}} + K_{\text{нер}} \cdot B_{\text{нер}}) T_{\text{маш}} / T_{\text{см}} (K_{\text{нер}} + 1) \cdot 60, \text{ з.о.} \quad (7.22)$$

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– спеціальний ріжучий інструмент

$$B_{inc} = (C_{in} \cdot K_{yb} \cdot K_{ep} + K_{nep} \cdot B_{nep}) / T_a \cdot \dot{C}_p, \text{ з.о.} \quad (7.23)$$

де  $C_{in}$  – вартість інструменту (в тому числі і транспортно-заготівельні витрати), з.о.;

$K_{yb}$  – коефіцієнти випадкових збитків;

$K_{nep}$  – кількість переточувань;

$B_{nep}$  – витрати на переточування;

$T_{маш}$  – машинний час виконання операцій, хв.;

$T_{cm}$  – стійкість інструменту, год.

Ціни на інструменти наведені у відповідних прейскурантах. Нормативи  $K_{yb}$ ,  $K_{nep}$ ,  $T_{cm}$  приймаються за даними базового підприємства.

Витрати на переточування інструменту:

$$B_{nep} = T_{nep} \cdot \Gamma_{mc} \cdot K_{dn} \cdot K_{dv} \cdot K_{cc} \cdot K_{nv}, \text{ з.о.} \quad (7.24)$$

де  $T_{nep}$  – середня норма часу на переточування інструменту, хв.;

$K_{nv} = 1,8 - 2,2$  – 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:

$$B_m = B_{np} \cdot K_{вдн} / \dot{C}_p \cdot T_a, \text{ з.о.} \quad (7.24)$$

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $B_{np}$  – витрати на розробку та відлагодження програм, г.о.;

$K_{вон}$  – 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.

$$B_{плс} = \Pi_{np} \cdot H_{рпл} / \mathcal{C}_p, \text{ г.о.} \quad (7.26)$$

Для робочих місць з обладнанням універсального типу

$$B_{плу} = \Pi_{np} \cdot H_{рпл} \cdot T_n / \Phi_{д.о} \cdot 60, \text{ г.о.} \quad (7.27)$$

де  $\Pi_{np}$  – площа робочого місця,  $m^2$ ;

$H_{рпл}$  – нормативи річних витрат на утримання 1  $m^2$  виробничої площі, прийняті за даними базового підприємства, г.о.

Інші елементи витрат, які надають безпосереднє відношення до певної операції, визначаються виходячи з конкретних умов виконання даної операції.

Результати усіх рахунків по визначенню основних технічно-енергетичних показників оформляються у вигляді таблиць.

## 7.2 Висновки до розділу

Розглянуто питання розрахунків техніко-економічної ефективності проектних рішень.

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	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	$K_{mз}$	Кількість верстатів, шт.	Програма випуску, шт.	Норма розходу на одну операцію	Оптимальна ціна, г.о./кг	Матеріальні витрати на одну операцію
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	Масло	80	1,08	1	6500	0,013	3,3	0,0439
010	Масло	80		1		0,013	3,3	0,0439
015	Масло	80		1		0,013	3,3	0,0439
020	Масло	80		1		0,013	3,3	0,0439

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.
Ступиця ЖВМ 20.309									
005	1П365	14	3,0	17	0,54	1	0,061	28	15,679
010	1П365	14		17		1	0,061	28	15,679
015	1П365	14		17		1	0,061	28	15,679
020	1П365	14		17		1	0,061	30	15,679

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 7.3 – розрахунок витрат на оплату праці основних виробничих робітників та інших категорій

Номер операції	$T_{ш}$ , хв	$k_{\Sigma}$	$k$	$T_{мс}$ , г.о./год	$M$	Перехідний коефіцієнт	$Z_{op}+Z_{ip}$ , г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309							
005	5,44						0,368
010	20,89	1,52	1,1	2,43	1	1/60	1,415
015	15,85						1,073
020	22,38						1,515

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.
Ступиця ЖВМ 20.309									
005	1П365	34840	1		38324			5,15	0,472908
010	1П365	34840	1	1,1	38324	7	6500	1,34	0,472908
015	1П365	34840	1		1,77			0,472908	
020	1П365	34840	1		1,34			0,472908	

Таблиця 7.5 – Розрахунок витрат на ремонт та обслуговування обладнання

Номер операції	$P_{cm}$	$H_{vm}$ , г.о.	$P_{ce}$	$H_{cs}$ , г.о.	$P_{vp}$ , г.о.	$T_n$ , хв	$\Phi_{до-60}$ , хв	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	20		8	101,2		28		0,890391
010	20	354,4	8	101,2	39,6	28	249600	0,890391
015	20		8	101,2		28		0,890391
020	20		8	101,2		30		0,95399

					ДРМ 18-380.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

Таблиця 7.6 – Розрахунок витрат на стиснуте повітря на операцію

Номер операції	$T_n$ , хв	Перехідний коефіцієнт	Норми розходу, м <sup>3</sup> /год	Вартість одного м <sup>3</sup> , г.о.	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309					
005	28	1/60	2,9	0,45	0,609
010	28		2,9		0,609
015	28		2,9		0,609
020	30		2,9		0,609

Таблиця 7.7 – Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію приспособлення

Номер операції	$T_n$ , хв	Балансова вартість, г.о.	Період окупності, років	$k_{ер}$	Кількість дублерів, шт.	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309						
005	28	3000	3	1,12	1	0,436364
010	28	3000			1	0,436364
015	28	3000			1	0,436364
020	30	3000			1	0,467532

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 7.8 – Витрати на ріжучий та вимірювальний 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.
Ступиця ЖВМ 20.309							
005	Різець 2103-005 9	1	24	0,1556	28	0,5	4,59
	ШЦ I-125-0,1	1	54	0,1556			0,008571
010	Свердло (Ø30)	1	5	0,1556	28	0,7 1,4 05	1,1661
	Свердло (Ø60)	1	10				2,203
	Різець	1	24				4,59
	ШЦ II-250-0,1	1	86				0,01365
015	Різець 2102-0055	1	24	0,1556	28	0,5 0,5	4,59
	Різець 2141-0055	1	24				4,59
	Пробка (Ø78)	2	125				0,019841
020	Різець 2103-1009	1	24	0,1556	30	0,5 0,5	4,925
	Різець 2103-0053	1	24				4,925
	ШЦ II-250-0,1	1	86				0,013651
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571

					ДРМ 18-380.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

Таблиця 7.9 – Розрахунок витрат на експлуатацію виробничих площ

Номер операції	Модель верстату	Габаритна площа, м <sup>2</sup>	$k_{пл}$	Площа робочого місця, м <sup>2</sup>	$N_{рпл}$ , г.о./м <sup>2</sup>	$T_n$ , хв	$\Phi_{до}$ , год	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	1П365	8,72	2,1	18,31	34,0	28	4015	0,072366
010	1П365	8,72	2,1	18,31		28		0,072366
015	1П365	8,72	2,1	18,31	34,0	28	4015	0,072366
020	1П365	8,72	2,1	18,31		30		0,077535

Таблиця 7.10 – 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 раціоналізація та винахідництво	1,32
3	Охорона праці	0,93
4	Зношення малоцінного та швидко зрошувального інвентаря	0,88
5	Інші витрати	1,64
Сума		7,33

												Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
ДРМ 18-380.00.00												



Таблиця 7.11 – Калькуляція технологічної собівартості продукції за базовим технологічним процесом

№ п/п	Статті витрат	Матеріальні витрати, г.о.
1	Витрати на основні матеріали з врахуванням вартості відходів, що реалізуються	36,8
2	Витрати на допоміжні матеріали для технологічних цілей та технологічного палива	0,4048
3	Витрати на електроенергія для технологічних цілей з врахуванням витрат на силову енергію	148,724
4	Витрати на оплату праці основних виробничих робітників та робітників інших категорій	10,615
5	Витрати на амортизацію обладнання	5,2584
6	Витрати на обслуговування та ремонт обладнання	9,74452
7	Витрати на стиснуте повітря	7,068
8	Витрати на утримання та експлуатацію пристроїв	5,114805
9	Витрати на вимірювальні і ріжучі інструменти	42,15998
10	Витрати на експлуатацію виробничих площ	0,835228
11	Витрати на розробку та впровадження програм для верстатів з ЧПУ	0,4278
12	Інші витрати та витрати на брак (0,2 %)	0,532719
13	Технологічна собівартість деталі	266,8923
14	Адміністративні витрати	9,436735
15	Витрати на збут (2,5 % від технологічної собівартості деталі)	6,673
16	Прибуток (10 % від технологічної собівартості деталі)	26,689239
17	Податок на додану вартість	61,93812
18	Відпуски	371,6287

ПРОЕКТНИЙ 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
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	Масло	130	1,08	1	6500	0,022	3,3	0,0713

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.
Ступиця ЖВМ 20.309									
005	LT200-M	11	3,0	14	0,54	1	0,061	55	25,364

Таблиця 7.3 – розрахунок витрат на оплату праці основних виробничих робітників та інших категорій

Номер операції	$T_{ш}$ , хв	$k_{\Sigma}$	$k$	$T_{мс}$ , г.о./год	$M$	Перехідний коефіцієнт	$Z_{op} + Z_{ip}$ , г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309							
005	30	1,52	1,1	2,43	1	1/60	2,031

Таблиця 7.4 – Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Номер операції	Модель верстату	Оптова ціна, г.о.	Кількість верстатів, шт.	$N_{ap}$	Балансова вартість верстату, г.о.	Термін окупності	Програма випуску, шт.	Коефіцієнт завантаження обладнання	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309									
005	LT200-M	50000	1	1,1	55000	7	6500	1,83	1,3331

Таблиця 7.5 – Розрахунок витрат на ремонт та обслуговування обладнання

Номер операції	$P_{cm}$	$H_{vm},$ г.о.	$P_{ce}$	$H_{cs},$ г.о.	$P_{vn},$ г.о.	$T_n,$ хв	$\Phi_{d.o} \cdot 60,$ хв	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	26	354,4	8	101,2	39,6	55	249600	2,12754

Таблиця 7.6 – Розрахунок витрат на стиснуте повітря на операцію

Номер операції	$T_n,$ хв	Перехідний коефіцієнт	Норми розходу, м <sup>3</sup> /год	Вартість одного м <sup>3</sup> , г.о.	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309					
005	55	1/60	3,2	0,45	1,320

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ДРМ 18-380.00.00

Арк.

Таблиця 7.7 – Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію приспособлення

Номер операції	$T_n$ , хв	Балансова вартість, г.о.	Період окупності, років	$k_{ep}$	Кількість дублерів, шт.	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309						
005	55	3500	3	1,12	1	1,0

Таблиця 7.8 – Витрати на різучий та вимірювальний 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.
Ступиця ЖВМ 20.309							
005	Різець 2103-0059	1	30			0,5	1,144
	Різець МН3899-62	1	30			0,5	0,245
	Різець 2141-0006	1	30			0,5	3,93
	Різець 2103-1009	1	30	0,1556	55	0,5	4,087
	Різець 2102-0055	1	30			0,5	4,087
	ШЦІ-125-0,1	1	54				0,008571
	Пробка 8136-0012	1	52				0,008254

Таблиця 7.9 – Розрахунок витрат на експлуатацію виробничих площ

Номер операції	Модель верстату	Габаритна площа, м <sup>2</sup>	$k_{пл}$	Площа робочого місця, м <sup>2</sup>	$H_{рпл}$ , г.о./м <sup>2</sup>	$T_n$ , хв	$\Phi_{д.о.}$ год	Матеріальні витрати, г.о.
Ступиця ЖВМ 20.309								
005	LT200-М	12,2	2	24,40	34,0	55	4015	0,189406

					ДРМ 18-380.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

Таблиця 7.10 – 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 раціоналізація та винахідництво	1,32
3	Охорона праці	0,93
4	Зношення малоцінного та швидко зрошувального інвентаря	0,88
5	Інші витрати	1,64
Сума		7,33

Таблиця 7.11 – 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	0,3006
3	Витрати на електроенергія для технологічних цілей з врахуванням витрат на силову енергію	110,250
4	Витрати на оплату праці основних виробничих робітників та робітників інших категорій	8,275
5	Витрати на амортизацію обладнання	4,666
6	Витрати на обслуговування та ремонт обладнання	8,338829
7	Витрати на стиснуте повітря	5,909
8	Витрати на утримання та експлуатацію пристроїв	4,338182
9	Витрати на вимірювальні і ріжучі інструменти	60,25949
10	Витрати на експлуатацію виробничих площ	0,7301
11	Витрати на розробку та впровадження програм для	

				<i>ДРМ 18-380.00.00</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

	верстатів з ЧПУ	0,5278
12	Інші витрати та витрати на брак (0,2 %)	0,532719
13	Технологічна собівартість деталі	234,9277
14	Адміністративні витрати	9,436735
15	Витрати на збут (2,5 % від технологічної собівартості деталі)	5,873193
16	Прибуток (10 % від технологічної собівартості деталі)	23,49277
17	Податок на додану вартість	46,98554
18	Відпуски	371,6287

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Аналіз умов праці

При механічній обробці металів при виготовленні «Ступиця ЖВМ 20.309» виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних і біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: - рухомі частини виробничого устаткування, що пересуваються, вироби і заготовки; - стружка оброблюваних матеріалів, уламки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента; підвищена напруга в електромережі, при якій може відбутися замикання через тіло людини - фізичні небезпечні чинники. Так, при опрацюванні крихких матеріалів (чавуну, латуні, бронзи та ін.) на високих швидкостях різання, стружка від верстата розлітається на відстань (3-5 м). Металева стружка, особливо в'язких металів (сталей), що має високу температуру (400 -600 °С) і велику кінетичну енергію, має серйозну небезпеку не тільки для працюючого, але і для осіб, що знаходяться поблизу верстата. Найбільш поширеними у верстатників є травми очей.

Фізичними шкідливими виробничими факторами, характерними для процесу різання, є підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої зони; наявність прямого і відбитого блиску; підвищена пульсація світлового потоку. При відсутності засобів захисту запиленість повітряного середовища в зоні дихання при різанні крихких матеріалів може перевищувати гранично допустимі концентрації.

При роботі тупим ріжучим інструментом відбувається інтенсивне нагрівання внаслідок чого з змащувально-охолоджуючої речовини виділяються шкідливі гази, що є хімічним шкідливим виробничим фактором.

					ДРМ 18-380.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Івашків</i>							9
<i>Перев.</i>	<i>Васильків</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Консульт.</i>								
<i>Затв.</i>	<i>Пилипець</i>					ТНТУ, гр. МТм-61		

Аерозоль нафтових мастил, що входять до складу змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР), може викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів процесів обробки матеріалів різанням можна віднести фізичні перевантаження при установці, закріпленні і зніманні деталей, перенапруження зору, монотонність праці.

До біологічних чинників відносяться хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що виділяються при роботі з ЗОР.

## 8.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 8.2.1. Мікроклімат

Оптимальні показники мікроклімату визначаються на всю робочу зону, допустимі - диференційовано для постійних і непостійних робочих місць.

Якщо за технологічними вимогами, технічним і економічним причинам оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Оптимальні і допустимі показники приведені в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 – Оптимальні і допустимі показники мікроклімату.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.
Холодний	Пб	17-19	15-21	40-60	75	0.2	<0.4
Теплий	По	20-22	16-27	40-60	70-25°	0.3	0.2-0.5

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від відкритих джерел не повинно перевищувати 100 Вт/м<sup>2</sup> при опроміненні тіла до 25%. Це

					ДРМ 18-380.00.00			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



забезпечується тим, що працівникам видають спеціальний одяг, який захищає людину від теплового опромінення. Джерела інтенсивного теплового опромінення огорожуються захисними огорожами.

В приміщенні механічного цеху повинна бути встановлена система опалення на холодний період року, а саме: водяне опалення.

### **8.2.2. Вентиляція**

У повітрі робочої зони виробничої ділянки можливе виділення шкідливих речовин в процесі роботи обладнання та виготовлення деталей. Види шкідливих речовин (гази, пари, пил); дія на організм, гранично допустиму концентрацію (ГДК) згідно з ГОСТ 12.1. 005-88.

Засобами, які зменшують забруднення повітря в робочій зоні отруйними парами, пилом, забезпечують необхідну температуру, вологість і швидкість руху повітря, є вентиляція і опалення. В приміщеннях на одного робітника при об'ємі 20-40м<sup>3</sup> встановлена вентиляція, що забезпечує повітрообмін не менше 20 м<sup>3</sup>/год на одного працюючого.

Оформлення інтер'єру приміщення цеху, фарбування стін, стель і обладнання виконані у відповідності з СН 181-70: стіни в сіроблакитний темний колір, стеля - в білий, обладнання - в світло зелений, підлога з кремовий кольори.

### **8.2.3 Освітлення**

Нормування природного освітлення:

- характеристика зорової роботи: робота дуже високої точності;
- найменший розмір об'єкту розрізнення: від 0,15 до 0,3 мм;
- розряд зорової роботи: II б;
- вид природного освітлення: бокове;
- КПОн=2.5% (для суміщеного освітлення КПОн=1,5%);

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пояс світлового клімату-4 (північніше 50° широти), коефіцієнт світового клімату  $m=0,9$  ;

- так як вікна орієнтовані на північ і південь, то азимут 90, звідки коефіцієнт сонячності  $C=0.75$ ;

- нормоване значення КПО для даного поясу світлового клімату - 1, 125%.

Нормування штучного освітлення:

- характеристика зорової роботи: робота дуже високої точності;

- найменший розмір об'єкту розрізнення; від 0,15 до 0,3мм;

- розряд зорової роботи: Пб;

- характеристика фону: середній;

- контраст з об'єктом розрізнення- середній;

- освітленість при загальному освітленні повинна дорівнювати 750лк , при комбінованому 3000 лк,

На верстатах використовуємо для місцевого освітлення лампи розжарювання .

Розрахунок локального(місцевого) освітлення зони різання.

Розрахунок проводимо за точковим методом.

Необхідна освітленість:

$$E_{AI} = \frac{I_{\text{в}} \cdot \cos \alpha}{r^2} = \frac{148 \cdot \cos(34,99)}{1,22^2} = 81,41 \text{ (лк)}$$

Фактична освітленість:

$$E_{A\Phi} = E_{AI} \frac{\Phi \cdot \mu}{10^3 \cdot K} = 81,46 \cdot \frac{1180 \cdot 1,2}{1,22^2} = 76,86 \text{ (лк)} .$$

де  $I_{\text{в}}$  – сила світла в напрямку променя від джерела світла на розрахункову точку робочої поверхні, згідно (Кузнецов Ю.А. Справочник – М. Транспорт 1986);  $\mu$  – коефіцієнт впливу віддалених світильників, приймаємо  $\mu=1,2$ .

Так як на розрахункову точку падає світло декількох світильників, то визначаємо сумарну освітленість за формулою:

$$\Sigma E = 2 \cdot E_{A\Phi} = 2 \cdot 76,89 = 153,78 \text{ лк} > 150 \text{ лк}$$

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже вибираємо лампи ЛБ 20-4 з потужністю 20 Вт і світловим потоком  $\Phi=1180$  тривалістю горіння  $10 \cdot 10^3$  годин.

Природне освітлення проводиться через вікна розмірами 3,5 x 3,2м.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи і евакуації людей при раптовому відключенні робочого освітлення ДБН В.2.5-28-2006.

#### 8.2.4. Вібрації

В механічному цеху має місце локальна вібрація, яка передається через руки робітника, що працює за верстатом.

По часовій характеристиці — вібрація непостійна. По направленню дії вібрація відноситься до направленої вздовж осі передпліччя. Санітарні норми спектральних показників вібраційного навантаження на оператора верстату вказані в таблиці 8.2 і 8.3.

Так, як норми показників вібрації не дотримані, то для забезпечення вібробезпеки потрібно використовувати вібродемпфування.

Вібродемпфування - рівень вібрації зменшується за рахунок перетворення енергії механічних коливань в теплову енергію. На віброуючі частини наноситься шар пружнов'язкого матеріалу.

Таблиця 8.2 – Санітарні норми спектральних показників вібраційного навантаження на оператора верстату.

Категорія вібрації	Характеристика умов праці	Джерела вібрації
3 тип "а"	Технологічні вібрації діючі на операторів стаціонарного обладнання або що передаються на робочі місця, які не мають джерел вібрації	Металоріжучі верстати

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.3 – Санітарні норми однотипних показників вібраційного навантаження на оператора.

Вид вібрації	Категорії вібрації по санітарних нормах	Напрямок дії	Нормативні і коректовані по частоті і еквівалентні коректовані значення			
			Вібраційне прискорення		Вібро- швидкість	
			М/с <sup>2</sup>	рівень ДБ	М/с	рівень ДБ
Локальна			2,0	126	2,0	112
Загальна	3"а"	X,Y,Z	0,1	100	0,2	92

**Шум** - пружні коливання в частотному діапазоні чутності людини, що поширюються у вигляді хвилі в газоподібних середовищах. Будівельно-акустичні методи захисту від шуму:

- 1) звукоізоляцією огорож, ущільненням притворів вікон, дверей, воріт тощо.
- 2) установкою в приміщеннях і на шляху поширення шуму звукопоглинальних конструкцій і кранів.
- 3) застосуванням глушників аеродинамічного шуму двигуна внутрішнього згоряння і компресорах і т.д.
- 4) створенням шумозахисних зон в різних місцях знаходження людей, використання екранів і зелених насаджень.

### 8.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

В цілях захисту верстатника від можливого отримання травми, пов'язаних з виділенням металічних частинок (стружки, осколків інструмента при його поломці), а також з розбризкуванням змащувально-охолоджувальної рідини при роботі на верстаті, передбачається і індивідуальний захист

					ДРМ 18-380.00.00		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

працюючого - наявність захисного екрану, захисних окулярів. Робоче місце верстатника повинно бути закрито екраном для запобігання вилітання частинок стружки і уламків інструменту.

### **8.3.1 Електробезпека**

Експлуатація більшості машин в механічному цеху пов'язана з використанням електричної енергії.

За ступенем ураження електричним струмом згідно ПУЕ механічний цех належить до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом тому, що підлога бетонна, тобто струмоведуча.

В цілях захисту робочих проводять організаційні міри, такі як проведення інструктажів по техніці безпеки (ввідного, первинного, при необхідності повторного - позапланового, цільового), нанесення символів і інших запобіжних надписів на електроустановках. Верстат підключений до трифазного чотирьох провідного джерела з заземленою нейтраллю змінного струму напругою 220/380В, тому необхідно використовувати занулення.

### **8.3.2. Безпека виробничих процесів і обладнання**

Розробка технологічної документації, організація і виконання технологічних процесів різання повинні відповідати вимогам системі стандартів безпеки праці.

Для охолодження зони різання допускається використовувати мінеральне мастило з температурою спалаху не нижче 150 С, вільне від кислот і вологи. ЗОР повинна попадати в зону різання методом розпилення.

Ріжучий інструмент і елементи його кріплення (болти, гайки, фланці) повинні бути закриті кожухами, міцно закріпленими на верстаті.

Після закінчення роботи потрібно прибрати робоче місце стружко приймачем.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8.4 Протипожежні заходи

В якості робочої рідини використовується мінеральне мастило. Температура спалаху у нього більше 61 °С тому дане виробництво слід віднести до категорії “В”. В відповідності з ДБН В.2.1.1-2002 приміщення має ступінь вогнестійкості - II, допустиме значення поверхів - фактично 1, площа поверху не обмежується. Межі вогнестійкості будівлі II ступеня стійкості:

Таблиця 8.4 – Межі вогнестійкості стін

Стіни	Межа вогнестійкості
Несучі і сходові клітки	2
Само несучі	1
Зовнішні не несучі	0,25
Колони	2
Сходові площадки, ступені, балки	1
Плити, настили і інші перекриття	0,25
Елементи покриття	
Плити, настили, прогони	0,25
Балки, ферми, арки	0,25

Для забезпечення гасіння пожежі в початковому стані його джерело треба встановити найшвидше, тому встановлюємо внутрішній пожежний кран.

З метою забезпечення пожежобезпеки слід контролювати установку по допускній температурі, позаяк в ній використовується мінеральне мастило, а також не допускати перегріву електродвигунів.

В приміщенні висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій повинна бути не менша 2,2 м , Висота від підлоги до низу виступаючих частин конструкцій і обладнання у місцях регулярного проходження людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м .

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщеннях споруд, через евакуаційні виходи. Кількість евакуаційних виходів з будівель слід приймати не менше двох.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця приміщення до евакуаційного виходу із будівлі для даного приміщення згідно ДБН В.2.1.1-2002 не обмежується. Ширина виходу із приміщення: через двері 1м, через роздвижні ворота -2.5'м. Кількість людей па 1 метр складає близько 10 чоловік. Згідно ДБН В.2.1.1-2002 кількість до 120 чоловік. В приміщенні знаходиться пожежний щит з вогнегасником, сокирою, лопатою, відром, біля щита ящик з піском.

### 8.5 Висновки до розділу

В результаті виконання розділу з охорони праці було розраховано мікроклімат, освітлення, вібрації. Визначені заходи електробезпеки та вогнебезпеки, що дозволить створити безпечні умови праці під час виготовлення деталі «Ступиця ЖВМ 20.309».

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Забруднення довкілля, що виникне в результаті реалізації технологічного процесу виготовлення ступиці ЖВМ 20.309

Відходи механоскладальної дільниці: стружка металева незабруднена, відходи, що містять сталь, кольорові метали в кусковій формі, абразивні круги відпрацьовані, забруднена вода. При роботі металорізальних верстатів в атмосферу виділяється пил на основі оксидів заліза. При роботі шліфувального заточного верстата в атмосферу виділяється металевий (оксиди заліза) і абразивний пил в незначній кількості. Однак, забруднюючі речовини потрапляють в приміщення цеху, звідки за допомогою витяжної обмінної вентиляційної системи через димар потрапляють в атмосферу.

Аналіз технологічних процесів на дільниці з метою виявлення особливо небезпечних екологічних небезпек і шкідливих факторів, можна зробити висновок про те, що в мастильно-охолоджувальних рідинах містяться речовини (альдегіди, хлористий водень, нітрид натрію і інші), багато з яких негативно впливають на здоров'я людини і природне довкілля в цілому.

Результатом впливу цих з'єднань на людину можуть стати такі захворювання, як ліпоїдна пневмонія, патологічні зміни нервової системи, різні захворювання шкіри, ураження печінки і нирок. Тому виникає гостра необхідність відвертання попадання перерахованих речовин в атмосферне повітря (оксиди вуглецю, оксиди азоту, сірчистий ангідрид, вуглеводні, сажа).

### 9.2 Заходи по зменшенню забруднення на спроектованій дільниці

#### 9.2.1 Очищення стічних вод

Існує багато методів очищення стічних вод: механічні, фізико-хімічні, флотація та хімічна. Я пропоную механічний спосіб очищення стічних вод як

					ДРМ 18-380.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Івашків				ЕКОЛОГІЯ	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.	Васильків							5
Консульт.						ТНТУ, гр. МТм-61		
Консульт.								
Зате.	Пилипець							



простий і самий ефективний в експлуатації для даного випадку.

Його застосовують для очищення стоків від твердих та маслянистих забруднень. Механічне очищення здійснюється в такій послідовності:

- Подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв.
- Відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників.
- Розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів.
- Усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію.
- Вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв.
- Фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше шляхом пропускання їх через пісок.

Після фільтрування вода попадає в реактор, де піддається вапнуванню.

Очищена технічна вода повторно подається для використання у технологічному процесі.

### **9.2.2 Утилізація твердих відходів**

Металеві відходи (металобрухт і металева стружка) є головним видом відходів машинобудування та металообробки. При цьому близько 96% всіх відходів становлять чорні метали і лише 4% - кольорові. Існує два шляхи утилізації металевих відходів: без переплаву і з переплавом. Утилізація без переплаву має на увазі перерозкрій листового металу з метою виготовлення дрібних і середніх за розмірами деталей з відходів більших.

Переробка металевих відходів з переплавом є основним шляхом їх утилізації. Виплавка вторинних металів з амортизаційного брухту являє собою найбільшу сферу споживання твердих відходів у промисловості (1 т чавунного

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або сталевому брухту може зберегти народному господарству 3,5 т мінеральної сировини: 2 т залізної руди, 1 т коксу і 0,5 т вапняку).

Утворені на машинобудівних підприємствах тверді органічні відходи (деревина, пластмаси, гума, ганчір'я) у порівняно чистому вигляді становлять відносно невелику частку загальних відходів. Однак ці ж матеріали є основними складовими всілякого виробничого сміття. З метою полегшення переробки відходів необхідно організувати роздільний збір відходів, що утворюються в спеціальні контейнери, тим самим зменшити кількість сміття.

Різноманітні відходи деревини з піддонів (обрізки, тирса, стружка, тара) можуть бути використані для виробництва технологічної тріски і деревних плит, фанери та картону.

Інші тверді відходи зустрічаються в основному у вигляді сміття. Для металовмісних видів сміття застосовується наступна типова технологічна схема. Сміття пропускається через сміттєспалювальну піч, в якій вигорають органічні інгредієнти. Потім із залишку, подрібненого дробленням, магнітною сепарацією виділяють метали з наступним поділом чорних і кольорових металів. Переробка виробничого сміття органічного походження здійснюється аналогічно типовими схемами переробки побутових відходів.

### 9.2.3 Вентиляція

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрозбір в найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами.

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також у випадках, коли характер

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції.

У цеху для різних ділянок можна застосувати усі чотири основні схеми організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: зверху вниз, зверху вверх, знизу вверх, знизу вниз (рис. 9.1 ).

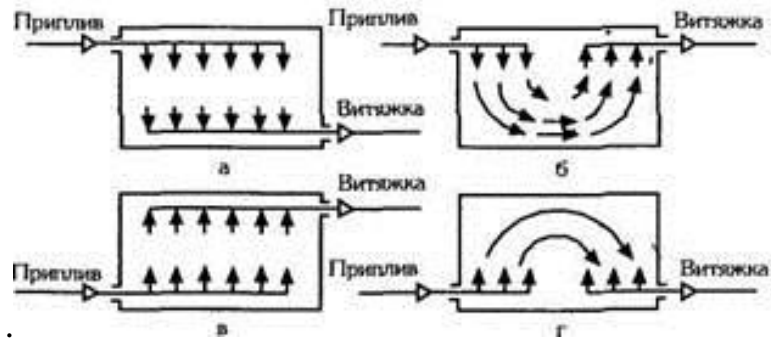


Рис. 9.1. Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції

Схеми зверху вниз та зверху вверх доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Інші дві схеми рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища температури внутрішнього повітря.

Припливна вентиляція.

Схема припливної механічної вентиляції (рис. 9.2) включає: повітрозабірний пристрій 1; фільтр для очищенні повітря 2; повітрянагрівач (калорифер) 3; вентилятор 5; мереж, повітроводів 4 та припливні патрубки з насадками 6. Якщо нема необхідності підігрівати припливне повітря, то його пропускають безпосередньо у виробничі приміщення через обвідний канал 7.

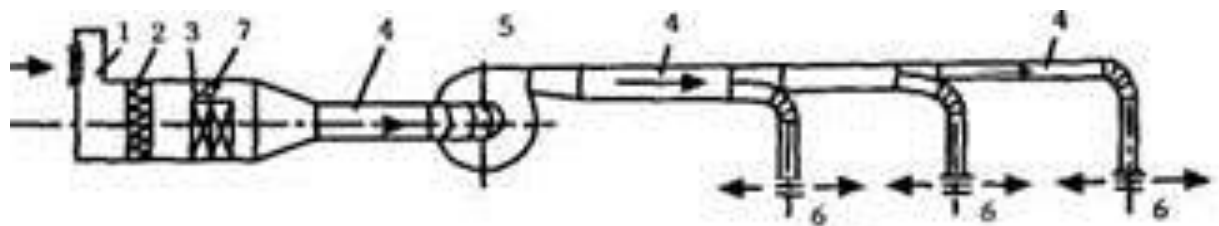


Рис. 9.2. Схема припливної вентиляції

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### **9.2.4 Відпрацьоване мастило**

На підприємстві широко застосовуються мастильні матеріали для змащування технологічного обладнання, зменшення тертя в рухомих частинах устаткування та багато іншого. В результаті цього передбачаються значні кількості відпрацьованого масла. Тому на підприємстві необхідно передбачити устаткування типу УРИМ-100 для переробки та регенерації відпрацьованого масла.

#### **9.2.5 Відпрацьовані змащувально-охолоджувальні рідини**

Для відводу тепла при обробці металів в тяжких умовах, до яких відноситься і обробка чавуну, використовуються змащувально-охолоджувальні рідини. Залишки змащувально-охолоджувальних рідин, використаних за своїм прямим призначенням збирають у закриті металеві ємності і після накопичення 8...9м<sup>3</sup> здають на Львівське підприємство по очищенню та переробці мастил МАСТ. У випадку наявності достатніх коштів, для зменшення стоку таких рідин в довкілля на підприємстві необхідно передбачити використання спеціального устаткування для переробки та фільтрування ЗОР. Рекомендується використання установок для безвідходного розкладання і очищення відпрацьованої емульсії методом мікро флотаційної технології, наприклад установка ТФС-017.

### **9.3 Висновки до розділу**

В розділі були розглянуті основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що мають місце на виробництві деталі «Ступиця ЖВМ 20.309» та є потенційними загрозами забруднення навколишнього середовища. Запропоновано заходи щодо їх усунення.

					ДРМ 18-380.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблено технологічний процес виготовлення ступиці ЖВМ 20.309 для реалізації якого спроектовано затискний патрон та багатошпindelьну свердлильну головку.

Проведено економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень.

Проаналізовано усі потенційні небезпеки впровадження проекту із умови дотримання норм охорони праці, безпеки життєдіяльності та охорони навколишнього середовища з розробленням відповідних превентивних заходів.

Виконано розробку електронного портфолію інженера-механіка.

Спроектовано ділянку цеху для реалізації ТП виготовлення деталі.

Виконано аналіз методик та програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання при точінні. В результаті цього встановлено наступне.

Мають обмежене використання існуючі програмні продукти автоматизованого визначення параметрів процесу різання для верстатів з ЧПК. Причиною тому є необхідність проведення попередніх механічних випробувань зразків матеріалів, що обробляються, з метою визначення поправочного коефіцієнта на властивості цього матеріалу.

Значне різноманіття програмних продуктів для автоматизованого розрахунку режимів різання базується на:

- використанні різних аналітичних, табличних чи інших класичних методів, які покладені в основу процедури автоматизованого розрахунку. Це є причиною окремих відмінностей в розрахункових результатах.
- спрямування окремих програмних продуктів на різний рівень фахової підготовки користувачів. При цьому помітна тенденція до спрощення алгоритмів задання вихідних даних для автоматизованих розрахунків, орієнтованих на зниження вимог до фахових компетенцій користувачів.
- спеціалізованій області розрахункових можливостей, зумовлених використання обмеженої номенклатури технологічного устаткування та

					<i>ДРМ 18-380.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Івашиків</i>			<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Васильків</i>						3
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, кафедра ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

інструментів;

- тенденції до обов'язкової наявності невід'ємних програмних модулів у структурі програмних продуктів високого рівня (CAD/CAM/CAE-систем), які реалізують частину комплексних дій щодо технологічної підготовки виробництва. Зокрема результати розрахунків передаються в технологічні карти та системи класів PDM/PLM і ERP/MRP

- комерційних інтересах.

Розрахунок режимів різання доцільно здійснювати на основі використання найновіших сучасних програмних продуктів. Це дозволяє високопродуктивно провести декілька розрахунків варіантів процесу точіння для різних значень керованих параметрів (в можливих межах) з подальшим вибором раціонального варіанту.

У випадку використання закордонного технологічного устаткування та інструментів необхідно використовувати методики розрахунку режимів різання, які рекомендовані відповідним виробниками та адаптовані для визначеного верстато-інструментального спорядження.

У навчальному процесі на кафедрі технології машинобудування рекомендуємо використовувати програмний продукт, що розроблений фахівцями кафедри «Інтегровані технології машинобудування» імені М.Ф. Семка», оскільки він поєднує здобуття студентами пошукових навиків роботи з довідниками та реалізації автоматизованої процедури розрахунку. Таким чином підвищена продуктивність розрахунків у частині піставлення визначених коефіцієнтів у відомі розрахункові залежності та здійснення арифметичних дій.

Однак при виборі програмного продукту на виробництві слід орієнтуватися на обсяги необхідних розрахунків та рівня необхідної інтеграції результатів розрахунків в інші програмні продукти у структурі технологічної підготовки виробництва. Для одиничного типу рекомендуємо дешевий програмний продукт Олександра Малигіна.

Розрахунок певних режимів різання у середовищах різних програмних продуктів показав випадки розходження отриманих результатів. Тому актуальними є подальші дослідження за заявленою тематикою.

					ДРМ 18-380.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік посилань

1. Галимуллина Э.З., Жестков Л.Ю.. Методические рекомендации по созданию е-портфолио: учебно-методическое пособие. Елабуга: Изд-во ЕИ К(П)ФУ, 2015. - 44 с. |
2. Васильків В.В. Створення електронного портфоліо в середовищі он-лайн-конструктора сайту Wix.com. Навчальний посібник. – ТНТУ, 2019. – 78 с.
3. Безъязычный В. Ф., Аверьянов И. Н., Кордюков А. В. Расчет режимов резания. Учебное пособие. Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
4. Грабченко А.І., Узунян М. Д., Зубкова Н. В. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні: навч. посіб.. – Х. : НТУ «ХП», 2014. – 88 с.
5. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2013 Точный расчет режимов резания <https://www.youtube.com/watch?v=hA8wD2cplmo>
6. КОМПАС-АВТОПРОЕКТ. Часть 4. Розрахунок режимів різання для токарної операції. Методичні вказівки до проведення занять. Уклад.: Тришевський О.І., Калюжний О.І., Краснощок Ю.С. - Х.: ХНТУСГ, 2012. - 20с.
7. Калачёв О.Н., Оборин А.В. Программная система KONCUT для расчета оптимальных режимов механообработки с учетом технико-экономических показателей. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.: Изд-во «Научтехлитиздат». М.: 2002. №11. - С. 68-70.
8. Калачёв О.Н. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2002611770 «KONCUT Расчёт режимов резания». Роспатент
9. Пособие по программе KONCUT Расчет режимов механообработки с учетом технико-экономических показателей. - Ярославль 2005. – 13 с.
10. Силич А. А., Стариков А. И.. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «САПР ТП», «Специализированные автоматизированные технологические системы»; «Системы CALS и PLM в машиностроении»

					<b>ДРМ 18-380.00.00</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Івашків			<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Васильків						
<i>Реценз.</i>						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-Г1		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Пилипець						

для студентов, обучающихся по специальностям: 151001.65- Технология машиностроения, и направлениям: 150700.62 – Машиностроение, 222000.62 – Инноватика. ТюмГНГУ 2012. - 28 с.

11. Боровский Г. В., Григорьев С. Н., Маслов А. Р. Справочник инструментальщика: Под общей ред. А. В. Маслова. Изд. 2-е. исп. – М.: Машиностроение, 2007 – 464 с.: ил.

12. Справочник токаря универсала /Под ред. М. Г. Шеметова и В. Ф. Безъязычного. Изд. 2-е. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2007. – 576 с.

13. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т.; справочник / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. Изд. 5-е. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – Т. 1. – 912 с.; Т. 2. – 944 с.

14. 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.

15. Расчет режимов резания в программе «Модуль проектирования техпроцессов TECHCARD» Электронное методическое пособие. / Составители: Смелов В. Г., Анипченко Л. А., Проничев Н. Д. - САМАРА. - 2010 – 18 с.

16. Локтев В.Г. Автоматизированный расчет режимов резания и норм времени / В.Г. Локтев– М.: Машиностроение, 1990. – 80 с.

17. Гребцова И.В. Автоматизированный расчет и оптимизация режимов резания//Сборник научных трудов студентов России. Студенческий клуб «Альтернатива», 2006.

18. Рахматулин Р.Р., Сердюк А.И., Казаков А.О., Кузьмин В.Н. Автоматизация проектирования режимов резания на многоцелевых станках, – Программные продукты и системы, № 1, 2013. – С. 21-28.

19. Типовые методические рекомендации по использованию ЭВМ при расчете оптимальных режимов резания для операций точения, сверления, фрезерования. Сост: А.И. Грабченко, И.Н. Пыжов, Н.В. Верезуб и др. – К.: УМК ВО, 1988. – 44 с.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРМ 18-380.00.00





368с.

31. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков. Справочник, изд. 5-е – М.: Машиностроение, 1966.-652 с.

32. Справочник нормовщика. Под. ред. Ахумова А.В. – Л.: Машиностроение, 1986. – 324 с.

33. Справочник по технике безопасности Под ред. П.Д. Долина.-М.: Энергоиздат, 1982.-800с.

34. Краткий справочник металлиста: учебник. Под общ. ред. П.Н.Орлова, Е.А.Скороходова. М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.

35. Дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебник. Под. ред. д.т.н., проф. В.В. Бобука. – Минск: Высшая школа, 1979. – 368 с.

36. Пістун І. П., Трунова І. О., Стець Р. Є. Охорона праці в галузі машинобудування: навч. посібник. Суми: Университетская книга, 2011. – 557 с.

37. Житецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В., Основи охорони праці. Навчальний посібник – Видання 4-те доповнене, Львів, видавництво «Афіша», 2000.

38. Правила заповнення основних форм технологічних документів: навчально-методичний посібник. Уклад. Пилипець М.І, Ткаченко І.Г., Левкович М.Г., Васильків В.В., Радик Д.Л. – Тернопіль: Вид-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 110 с.

39. ВЕРТИКАЛЬ. Руководство пользователя. ЗАО АСКОН, 2008. –472с.

40. Программа расчета режимов резания. URL: <http://cadregion.ru/produkty/programma-rascheta-rezhimov-rezaniya.html> (дата обращения: 22.11.2019).

41. Мироненко И.Г. Расчет режимов резания. URL: [http://zao.nsawt.ru/files/sm2/5/osnovy\\_tehnologii\\_sudovogo\\_mashinostroeniya-my.pdf](http://zao.nsawt.ru/files/sm2/5/osnovy_tehnologii_sudovogo_mashinostroeniya-my.pdf) (дата обращения: 07.04.2015).

42. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

					<i>ДРМ 18-380.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		