

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування  
(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

**магістр**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**Розроблення проекту ділянки механічного цеху для  
виготовлення стакана 57.306.01 з дослідженням параметрів  
високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК**

Виконав: студент 6 курсу, групи МТмз-61

напряму підготовки (спеціальності) \_\_\_\_\_

**131 «Прикладна механіка»**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

**Пристаж І.В..**

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

**Данильченко Л.М.**

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

**Дячун А.Є.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

**Ярема І.Т.**

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

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

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *технології машинобудування*

Освітньо-кваліфікаційний рівень *магістр*

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність *131 «Прикладна механіка»*

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри *проф. Пилипець М.І.*

«*30*» *серпня* 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
 НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Пристажу Івану Володимировичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення  
 стакана 57.306.01 з дослідженням параметрів високошвидкісного оброблення на верстатах з  
 ЧПК*

Керівник проекту (роботи) *Данильченко Лариса Миколаївна, к.т.н., доцент*

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

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

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *20 грудня 2019 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Креслення деталі, її технічна характеристика,  
 Технічні вимоги, базовий технологічний процес її виготовлення.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
*Аналітична частина. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.*

*Аналіз конструкції деталі та базового технологічного процесу її виготовлення. Науково-дослідна  
 частина. Технологічна частина. Вибір способу одержання заготовки. Розроблення операційного  
 технологічного процесу. Розрахунок режимів різання. Нормування операцій. Конструкторська  
 частина. Вибір, опис конструкції та принципу дії пристосувань. Спеціальна частина. Проектна  
 частина. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних.  
 ситуаціях. Екологія.*

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

*Корпус, корпус (заготовка), калібр-скоба – А1.*

*Кондуктор для свердління отворів – А1. Налаштування на операцію 005 – 2А1.*

*Агрегатна головка – А1. Різець розточний ротаційний – 2А3.*

*Визначення  $K_{вн}$  з А1. Компонувальна схема верстату – А1.*

*Параметрична модель дослідження процесів тертя і зношування – А1.*

*Пристосування для свердління отворів різних діаметрів - А1. Дільниця механічного цеху – А1.*



## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему “Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення стакану 57.306.01 з дослідженням параметрів високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК” має на меті проектування технологічного процесу виготовлення деталі, підбір технологічного устаткування й оснащення, різального та вимірювального інструменту, розроблення заходів по охороні праці та техніці безпеки, а також обґрунтування економічної ефективності прийнятих конструкторсько–технологічних рішень.

Загально–технічна частина проекту включає аналіз технічних умов на виготовлення стакану, аналіз базового технологічного процесу для постановки завдання на проектування.

У науково–дослідній частині досліджено принципи та правила високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК, параметри високошвидкісного фрезеруванні, їх вплив на точність різання.

Технологічна частина проекту включає необхідні технологічні обґрунтування, розрахунки, розроблення технологічного маршруту виготовлення деталі, вибір заготовки та розрахунок припусків, різального та вимірювального інструментів та інші технологічні рішення і їх обґрунтування.

Конструкторська частина проекту передбачає проектування на базі технічних завдань технологічних та контрольних пристосувань, інструменту, налагоджень, їх конструкторські розрахунки та техніко–економічне обґрунтування.

Намічено низку заходів з охорони та безпеки праці в надзвичайних ситуаціях, заходи по охороні навколишнього середовища.

					<i>MP 18–534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>РЕФЕРАТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	9
<b>1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</b>	
1.1. Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних умов.	11
1.2. Характеристика матеріалу заготовки. Аналіз хіміко-механічних властивостей.	12
1.3. Технічний контроль креслення деталі.	13
1.4. Аналіз технологічності конструкції деталі.	14
1.5. Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі.	15
1.6. Сучасні досягнення в галузі технології, обладнання та оснащення при виготовленні подібних виробів.	16
1.7. Висновки та постановка задачі на магістерську роботу.	17
<b>2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</b>	
2.1. Постановка науково-дослідної проблеми при дослідженні параметрів високошвидкісного оброблення.	18
2.2. Аналіз досліджень і публікацій за тематикою науково-дослідної роботи.	19
2.3. Основні принципи та правила високошвидкісного оброблення при фрезеруванні.	20
2.4. Дослідження технологічних параметрів при високошвидкісному фрезеруванні.	25
2.5. Дослідження особливостей високошвидкісного фрезерування складних деталей і вузлів.	30
<b>3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	
3.1. Визначення типу та організаційної форми виробництва.	34
3.2. Вибір способу одержання заготовки.	36

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ЗМІСТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дпнильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>				<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						

3.3. Вибір технологічних баз.	38
3.4. Розроблення маршрутного та операційного технологічного процесу механічного оброблення деталі. Техніко-економічне обґрунтування.	39
3.4.1. Розроблення технологічного маршруту оброблення деталі.	39
3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибраного варіанту механічного оброблення деталі.	40
3.5. Визначення припусків та міжопераційних розмірів заготовки.	47
3.5.1. Розрахунок припусків і допусків на оброблення отвору $\varnothing 58H9^{+0,074}$ .	49
3.5.2. Розрахунок припусків і допусків на інші оброблювані поверхні заготовки.	53
3.6. Вибір різального та вимірювального інструменту.	54
3.7. Розрахунок режимів різання за операціями.	58
3.8. Вибір обладнання. Загальні вимоги до вибору обладнання.	64
3.9. Технічне нормування розробленого технологічного процесу.	65
3.10. Визначення кількості обладнання.	67

#### **4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

4.1. Вибір пристосування для механічного оброблення.	71
4.2. Розрахунок похибки встановлення деталі в кондукторі.	71
4.3. Розрахунок сили затиску при свердлінні.	74
4.4. Багатошпindelна свердлильна головка.	75
4.4.1. Вихідні дані розрахунку.	75
4.4.2. Вибір кінематичної схеми свердлильної головки.	75
4.4.3. Визначення розмірів валиків, шпинделів та зубчастих коліс.	76
4.4.4. Розрахунок підшипників.	78
4.4.5. Перевірочний розрахунок на міцність.	78
4.4.6. Опис конструкції агрегатної головки.	80
4.5. Розроблення спеціального різального інструменту.	80
4.5.1. Визначення вихідних даних для розрахунку різця.	80

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5.2. Розроблення схеми конструкції різального інструменту.	81
4.5.3. Розрахунок конструктивних елементів інструменту.	81
4.5.4. Вимоги до конструкції різця.	83
4.5.5. Опис конструкції різця.	83
4.6. Розроблення конструкції виливки.	84
4.6.1. Вибір площини роз'єму.	84
4.6.2. Конструювання формоутворення внутрішньої порожнини заготовки та призначення ливарних нахилів.	85
4.6.3. Термічне оброблення заготовки. Очищення заготовки.	85
4.6.4. Вимоги до виконання виливки.	86
4.6.5. Контроль якості виконання заготовки.	86
4.7. Розрахунок контрольних пристроїв.	88
<b>5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	
5.1. Структура і принципи САПР.	91
5.2. Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм ТПП САПР.	93
5.3. Підготовка вихідної інформації.	94
5.4. Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу.	97
5.5. Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП.	97
<b>6. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА</b>	
6.1. Уточнення розгорнутої програми виробництва на дільниці.	100
6.2. Розрахунок працемісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів.	100
6.3. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання.	101
6.4. Вибір типу вантажопіднімальних і транспортних засобів.	101
6.5. Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху.	103
6.6. Визначення кількісного складу працюючих на дільниці.	106

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





## **8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

- 8.1. Застосування сучасних методів техніки безпеки на машино-будівних цехах і дільницях. 148
- 8.2. Небезпечні виробничі фактори на дільниці та заходи щодо їх зниження. 150
- 8.3. Розрахунок аварійного освітлення на спроектованій дільниці. 153
- 8.4. Вимоги пожежної безпеки при гасінні електричних пристроїв. 156

## **9. ЕКОЛОГІЯ**

- 9.1. Актуальність охорони навколишнього середовища. 159
- 9.2. Заходи по охороні навколишнього середовища. 161
- 9.2.1. Викиди шкідливих речовин в атмосферу, воду та відходи виробництва дільниці механічного цеху для виготовлення стаканів. 161
- 9.2.2. Обґрунтування заходів з охорони навколишнього середовища, вибір устаткування для вловлювання пилю, туману, очищення стічних вод. 165
- 9.3. Заходи зі зниження токсичності відпрацьованих газів, охорони навколишнього середовища та зменшення забруднення довкілля. 167

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ** 169

**БІБЛІОГРАФІЯ** 171

**ДОДАТКИ** 175

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Основою промислово розвинутої країни є задоволення потреб народного господарства і населення у високоякісній продукції, забезпечення технічного переоснащення та інтенсифікації усіх галузей. Якісне виконання цих завдань не можливе без широкого впровадження у виробничій сфері останніх досягнень вітчизняної та зарубіжної науки, техніки, організації виробництва, що в свою чергу повинно забезпечити зростання виробництва промислової продукції необхідної якості в значній мірі за рахунок підвищення продуктивності праці. Прискорені темпи науково-технічного прогресу об'єктивно ведуть до відповідних змін у пропорціях виробництва, тобто відбувається постійне зростання ролі продукції машинобудування, оскільки власне цій галузі належить ведуча роль як у реконструкції, так і в технічному переоснащенні всього народногосподарського комплексу країни.

В процесі механічного оброблення деталей машин виникає багато проблем, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог та умов, поставлених конструктором перед виробництвом. Процес механічного оброблення пов'язаний з експлуатацією складного обладнання – металорізальних верстатів. Працемісткість та собівартість механічного оброблення значно більша, ніж на інших етапах виготовлення машин.

Технологія машинобудування комплексно пов'язує верстат, пристосування, різальний інструмент та оброблювану деталь шляхом побудови найбільш раціональних процесів оброблення деталей машин, вимагаючи точний вибір обладнання. Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовленої продукції багато в чому залежить від розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів і апаратів, від широкого запровадження сучасних методів техніко-економічного аналізу,

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ВСТУП</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

які забезпечують вирішення технічних питань та економічну ефективність технологічних і конструкторських розроблень.

Переважною тенденцією розвитку технології в автоматизованому виробництві є впровадження маловідходної та малоопераційної технології, використання точних заготовок, близьких за формою і розмірами до готових виробів, що сприяє економії металу, зменшенню обсягу механічного оброблення, скороченню виробничого циклу виготовлення деталей і зниженню собівартості продукції в цілому.

У зв'язку з цим, у магістерській роботі велика увага приділяється ініціативному підходу до вирішення технічних та організаційних задач, а також детальному та творчому аналізу існуючих технологічних і конструкторських пропозицій з врахуванням сучасних пріоритетів та тенденцій. Основна увага при цьому надається технічному обґрунтуванню прийнятих рішень, з тим, щоб в кінцевому рахунку було знайдено оптимальний варіант вирішення поставленого завдання.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

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

Об'єкт виробництва – стакан 57.306.01. Заготовка деталі одержується литтям. Матеріал деталі – сталь 45 ГОСТ1050-88. Маса деталі – 3,2 кг.

Аналізуючи креслення деталі можна констатувати, що основними поверхнями для службового призначення деталі є зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 100f9$ , яка призначена для встановлення та центрування деталі у складальній одиниці; внутрішні циліндричні поверхні  $\varnothing 58H9$ ,  $\varnothing 85U8$ , які призначені для центрування і фіксації деталі типу «вал» у складальній одиниці. До вказаних поверхонь також висуваються додаткові вимоги щодо шорсткості поверхонь і які складають, відповідно 12,5 мкм, 3,2 мкм і 2,5 мкм за параметром  $Ra$ . Фаски (зовнішня і внутрішня)  $1 \times 45^\circ$  і  $2,5 \times 45^\circ$  призначені для полегшення складання комплектуючих вузла. Також у деталі передбачено дві канавки з розмірами  $\varnothing 95,3h9$ , шириною 4,  $\varnothing 89$  і шириною 1,9 з вказаними параметрами шорсткості 2,5 мкм, 6,3 мкм за параметром  $Ra$ , для встановлення інших деталей вузла. Для встановлення деталі передбачено посадочні поверхні  $\varnothing 85U8^{(-0.128/-0.178)}$ ,  $\varnothing 100f9^{(-0.036/-0.125)}$ ,  $\varnothing 58H9^{(-0.074)}$ . Кріплення деталі у вузлі передбачено 6-ма отворами  $\varnothing 11$  під болти M10. Інші поверхні формують конструкцію деталі та мають другорядне значення. До них немає спеціальних вимог щодо точності й шорсткості.

Методи кінцевого оброблення та методи контролю відповідних технічних вимог на найбільш відповідальні поверхні представлено у таблиці 1.1.

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

Таблиця 1.1 - Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
$A_1$	Забезпечити співвісність R0,18 мм; висоту мікронерівностей Ra2,5 мкм	Напівчистове і чистове точіння	Пробка (Ø58) 8136-0003ПРГОСТ 14815-69; 8136-0103НЕ ГОСТ 14816-69
$A_2$	Забезпечити торцеве биття не більше 0,3; висота мікронерівностей Ra12,5 мкм	Напівчистове і чистове точіння	Штангенциркуль ШЦ-I-1-125-01 ГОСТ 166-80
$A_3$	Забезпечити співвісність Ø0,08 мм; висоту мікронерівностей Ra3,2 мкм	Напівчистове і чистове точіння	Скоба (Ø100) 8113-0294-09 ГОСТ 16776-71
$A_4$	Забезпечити висоту мікронерівностей Ra25мкм; відхилення від позиціювання Ø0,4 мм	Чистове свердління	Калібр на розташування 6 отв. 8150-4844; ШЦ-I-1-125-01 ГОСТ 166-80

## 1.2. Характеристика матеріалу заготовки. Аналіз хіміко-механічних властивостей.

Виходячи із призначення та складності, стакан виготовляють із сталі марки Ст45 ГОСТ 1050-88. Сталь – дешевий матеріал, володіє задовільними ливарними і антифрикційними властивостями, зносостійкістю, добре гасить вібрації. Вона також добре і продуктивно обробляється різальними

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструментами, утворюючи високоякісну поверхню для вузлів тертя. Хімічний склад та механічні властивості сталі Ст45 представлені відповідно у таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 - Основний хімічний склад сталі 45

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni
0,40-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	<0,045	<0,045	<0,30	<0,30

Таблиця 1.3 - Основні механічні властивості сталі 45 (ГОСТ 1050-88)

$\delta_m$ , МПа	$\delta_b$ , МПа	$\delta$ , %	НВ
363	598	16	до 197

де  $\sigma_m$  - межа текучості;  $\sigma_b$  - межа міцності;  $\delta$  - відносне видовження.

### 1.3. Технічний контроль креслення деталі.

Робоче креслення деталі 57.306.01 виконано задовільно. На ньому передбачено усі необхідні відомості, які дають повну уяву про деталь: всі проекції, розрізи, додаткові вигляди чітко і однозначно пояснюють конфігурацію деталі та можливі способи одержання заготовки. На кресленні деталі та в технічних умовах вказано усі розміри з необхідними допусками, класи чистоти поверхонь, які обробляються.

Допустимі відхилення від правильних геометричних форм, а також взаємного розташування поверхонь відповідають реальним вимогам згідно [4]. Креслення містить інформацію про матеріал деталі, масу деталі, точності поверхонь та ін.

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.4. Аналіз технологічності конструкції деталі.

Конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь деталі не викликає значних труднощів, як при отриманні заготовки, так і при її механічному обробленні. Однак, деяка складність становитиме при формуванні внутрішніх поверхонь. Проте, оскільки ці елементи визначаються конструктивними міркуваннями, тому зміна їх неможлива.

Загалом, деталь достатньо технологічна, допускає застосування так і для послідовних операцій і досить проста по конфігурації. Розміщення деяких поверхонь, особливо кріпильних отворів, а також висока жорсткість, допускають багатоінструментальне оброблення та зручність кріплення.

Кількісну порівняльну оцінку технологічності виробу здійснимо за низкою показників, які використовуються для високопродуктивних режимів оброблення, містить зручні базові поверхні як для початкових, та приведені нижче.

Рівень технологічності конструкції по працемісткості виготовлення дорівнює:

$$K_{PT} = \frac{T_n}{T_0}, \quad (1.1)$$

де  $T_n$  і  $T_0$  – відповідно досягнута і базова працемісткості виготовлення виробу;  $T_n = 0,147$ ;  $T_0 = 0,68$ ;

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

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за залежністю:

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

де  $M$  – маса готової деталі,  $M = 3,5\text{кг}$ ;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$M_m$  – маса матеріалу, який витрачено на виготовлення деталі,  $M_m = 4,2$  кг;

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

Рівень технологічності виготовлення по технологічній собівартості дорівнює:

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

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

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

Інші коефіцієнти, які характеризують технологічність виготовлення деталі, змін не мають, оскільки умови роботи деталі не вимагають покращення якісних параметрів поверхонь вище тих, які передбачені в базовому технологічному процесі. Зміна їх призведе до необґрунтованого зростання собівартості продукції та працездатності виготовлення.

### **1.5. Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі.**

Деталь стакан 57.306.01 за конфігурацією не є складною для механічного оброблення. Оскільки динамічних і значних статичних навантажень вона не несе, то задовільним є вибір найбільш дешевого матеріалу деталі – сталь марки Ст45 ГОСТ 1050-88.

Виходячи з міркувань найбільш повної відповідності заготовки готовій деталі, відзначаємо правильність вибору методу отримання заготовки – лиття в піщані (разові) форми із машинним формуванням по металічним моделям.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Технологічні операції в базовому технологічному процесі виконано в правильній послідовності. Однак, недоліком є їх розташування, що призводить до недостатньої точності виготовлення деталі та значної тривалості технологічного процесу (послідовне свердління отворів Ø11 і т.п.).

В одному технологічному процесі використовується лише універсальне обладнання, яке характеризується низькою продуктивністю та значним впливом суб'єктивних факторів, тому доцільно застосовувати автоматизоване обладнання.

Внаслідок застосування стандартного різального інструменту, режими різання не мають відхилень від рекомендованих. Всі технологічні операції забезпечено достатнім оснащенням, однак обмеженим є використання автоматизованих затискних механізмів (пневматичні затискачі тощо), що суттєво впливає на продуктивність праці, працемісткість виготовлення деталі, культуру виробництва. Не застосовується тут також спеціальний та комбінований різальні інструменти. Їх застосування значно спрощує структуру технологічного процесу та підвищує довговічність використовуваного інструменту.

#### **1.6. Сучасні досягнення в галузі технології, обладнання та оснащення при виготовленні подібних виробів.**

На даному етапі розвитку техніки у галузі технології і обладнання, актуальним є застосування автоматизованих гнучких виробничих комплексів і систем, робота яких ґрунтується на автоматизації процесу виробництва деталі. Це реалізується головним чином за рахунок використання автоматів і напівавтоматів, спеціалізованого легкопереналагоджувального обладнання, автоматизованих транспортних засобів тощо.

Сучасні досягнення в галузі оснащення виявляються у застосуванні нових досконаліших конструкцій та схем оброблення. Так, наприклад, при

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 2.1. Постановка науково-дослідної проблеми при дослідженні параметрів високошвидкісного оброблення.

В сучасних умовах виробництва високошвидкісне оброблення (ВШО), яке відноситься до передових технологій, відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності процесів оброблення. Особливо важливе значення в процесах механічного оброблення посідають методи ВШО, запровадження яких дозволяє підвищити ефективність машинобудівного та металообробного виробництва, покращити якість виробів і їх експлуатаційні властивості, зменшити матеріаломісткість операцій, скоротити час на механічне оброблення.

Однак, для забезпечення високих швидкостей різання та, відповідно, великих значень обертів шпинделя, доцільним є застосування спеціальних верстатних шпинделів, які до зволяють здійснювати оброблення за допомогою різального інструменту, діаметр якого не перевищує 20 мм.

Швидкість різання у процесах ВШО також має свої обмеження. Так, для фрезерування важливо враховувати ширину та глибину контакту фрези, забезпечуючи оптимальне їх співвідношення.

Стійкість процесів різання – важливий показник точності оброблення, який важко забезпечити в допустимих межах на універсальних верстатах. Для досягнення високої точності та якості оброблення ця проблема ще більше загострюється. Головна причина полягає в тому, що стандартні верстати, внаслідок підвищеного навантаження на їх робочі вузли, викликаного підвищеними швидкостями та іншими параметрами різання при застосуванні ВШО, не забезпечують необхідної стійкості різання, динамічної жорсткості системи.

Змн.								
Розроб.	Пристаж І.В.			<b>НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</b>	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Данильченко							
Реценз.	Ярема І.Т.							
Н. контр.	Ткаченко І.Г.				ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61			
Затверд.	Пилипець М.І.							



забезпечується встановлена жорсткість технологічної системи, зменшуються її пружні відтискання. Внаслідок зменшення пружних деформацій, підвищення точності оброблення та дотримання заданих розмірів оброблюваних поверхонь забезпечується підвищенням резерву стійкості інструменту, який переходить в резерв швидкості різання при підвищених обертах шпинделя верстату.

Підвищення точності механічного оброблення різанням - є одним із пріоритетних напрямків в розробленні оптимальних технологій одержання деталей, які характеризуються раціональними режимами різання та якісними показниками матеріало- та працемісткості, що успішно досягається ефективним застосуванням методів ВШО на верстатах з ЧПК

Важливим питанням є визначення максимально допустимої величини збільшення сили різання. Для врахування технологічних умов механічного оброблення, виду оброблення та заданих для досягнення розмірів поверхонь, оцінку ефективності ВШО проводять за коефіцієнтом технологічності оброблення, від якого залежить швидкість різання.

Експериментальні дослідження підтверджують, що запас стійкості різального інструменту не завжди дозволяє використати ВШО, при якому досягаються високі швидкості оброблення. Вивчення методів ВШО та його переваг, використання високошвидкісних шпинделів в процесах механічного оброблення дають можливість широкого запровадження прогресивних різальних інструментів, стійких до динамічних навантажень.

Метою дослідження є обґрунтування переваг застосування методів ВШО, які дозволяють отримати значну економію не лише за рахунок зменшення загального часу на оброблення, а й покращення показників точності оброблення, оптимізації режимів різання, вдосконалення процесів оброблення деталей.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **2.3. Дослідження основних принципів і умов високошвидкісного оброблення при фрезеруванні.**

Сучасне машинобудівне виробництво успішно розвивається в напрямку створення адитивних технологій, притаманною ознакою якому є широке запровадження таких методів оброблення, як ВШО. Це поняття з'явилося понад пів століття тому, постійне вивчення та дослідження методів якого надають стрімкого розвитку та вдосконалення високоточних процесів механічного оброблення.

За суттю ВШО – це поняття, під яким розуміють прогресивний метод механічного оброблення деталей, який дозволяє при використанні різальних інструментів з певними мікрогеометричними параметрами отримувати оброблену поверхню з підвищеною точністю. Принцип реалізації ВШО аналогічний до фрезерного оброблення.

Якщо підвищити швидкість різання та подачу до 10 разів, то таке фрезерування відноситься до високошвидкісного методу оброблення, яке вимагає забезпечення надійної роботи обладнання для одержання заданої точності розмірів оброблюваної поверхні [32].

До основного принципу ВШО відноситься забезпечення малого перерізу знімального шару матеріалу, який видаляється при високій швидкості, чистоті обертання і подачі різання. Коли значення перерізів знімального шару невеликі, тоді виділене тепло зосереджується на стружці, заготовка не встигає нагріватись, не деформується її поверхневий шар в зоні різання. Цей позитивний ефект особливо спостерігається в процесах оброблення загартованих сталей.

Іншим важливим принципом ВШО є врахування складових факторів системи ВПД, в яку входять верстат з ЧПК з системою програмування, верстатні пристосування підвищеної точності, високошвидкісний різальний та допоміжний інструмент з системою їх закріплення, система базування заготовки тощо. При цьому правильно призначені режими різання також

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Якщо проаналізувати традиційні методи оброблення, то вони характеризуються підвищенням температури в різальній зоні, зменшенням перерізу знімального шару матеріалу, нагріванням інструменту та заготовки. Якщо підвищити подачу у 3-5 раз, то температура різального інструменту суттєво не зростає. Це пояснюється тим, що швидкість тепловіддачі матеріалу заготовки значно нижча від швидкості подач, основна теплота від різання не встигає поширюватись на заготовку та інструмент, а виходить разом із стружкою із зони контакту оброблюваної поверхні заготовки та різального інструменту. Іншими словами, збільшення подач дає можливість інструменту випередити процес передачі теплоти із різальної зони на його робочі поверхні, тим самим підвищити його стійкість.

Проведені дослідження високошвидкісного фрезерування заготовок із загартованих сталей свідчать, що із стружкою відводиться до 80% теплоти із зони контакту, температура заготовки підвищується на 5-7%, через фрезу відводиться до 15% від загальної теплоти, виділеної під час різання.

Теоретичні дослідження процесів ВШО спрямовані на встановленні залежностей між температурою нагрівання у зоні контакту та режимами різання. Для різних методів ВШО ці залежності коригуються за допомогою показників теплопровідності та тепловіддачі матеріалів заготовки та інструменту.

Таблиця 2.1 - Порівняння параметрів фрезерування [5]

Показник	Традиційне фрезерування	Високошвидкісне фрезерування
Частота обертання, $n$ , хв. <sup>-1</sup>	6000	15–40000
Подача $f$ , м/хв.	0,2–0,8	1,5–5
Глибина різання $t$ , мм	1-5	0,02–0,5
Твердість HRC	<36	<62
Сила різання	висока	низька
Тепловіддача	висока	мала



Переваги ВШО особливо підтверджуються при обробленні заготовок із матеріалів, які мають підвищену твердість, для таких сплавів температура у зоні контакту не перевищує початкову температуру, тим самим запобігаючи появі розтягувальних і залишкових напружень на оброблюваній поверхні. Перевищення допустимих значень напружень розтягу спричиняє виникнення мікротріщин на контактній поверхні.

У порівнянні ВШО зі звичайним фрезеруванням зменшуються витрати на основний час різання, в середньому на 10-15%.

Застосування методів ВШО найкраще себе зарекомендувало при виготовленні штампів, прес форм, матриць для литва металів із високою твердістю та міцністю, саме такий метод оброблення підвищує зносостійкість таких деталей. Окрім того, такі деталі зручно одержувати за одну установку.

Проте, як зазначалось високошвидкісне фрезерування має свої недоліки.

Забезпечення високої швидкості обертання потребує використання високошвидкісних шпинделів.

Для запровадження стратегії ВШО для високошвидкісного фрезерування необхідно чітко дотримуватись вимог, які слід виконувати за підтримки САМ системи та наявності необхідного програмного забезпечення для оброблення, розробленого з урахуванням технологічних характеристик та особливостей механічного оброблення [11].

1. Перша вимога ВШО - забезпечення невеликих перерізів зрізувального шару, який вилучається з великою швидкістю з поверхні заготовки.

Ця вимога лежить в основі реалізації ВШО і повинна виконуватись шляхом призначення невеликих кроків на прохід. Однак, під час врізання прохід виконується на крок ширини різальної частини інструменту. Тоді рух інструменту під час врізання повинен задаватись за допомогою САМ системи з розрахунків параметрів врізання, глибини та швидкості врізання.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідно зазначити, що ВШО потребує детального розрахунку складових швидкостей різання упродовж оброблення, попередньо перевірки правильності призначених режимів різання та опису усіх рухів та переміщень різального інструменту відносно оброблюваної деталі на всіх проходах та переходах.

ВШО також вимагає повного та достатнього програмного забезпечення для отримання та оброблення необхідної інформації про параметри різання. На відміну від універсальних програм силового різання, ВШО потребує значно більшого обсягу програм, а система з ЧПК повинна володіти високою швидкодією з метою швидкого визначення траєкторій руху інструменту відносно заготовки впродовж усіх переходів.

Багато закордонних фірм, таких як Delcam, PowerMILL, на теперішній час посідають провідне місце у створенні програмного забезпечення для методів ВШО. Висока гнучкість і швидкість розрахунків, запропонованих айтишниками цих компаній, успішно використовуються великими світовими машинобудівними підприємствами, де виготовляються складні та великогабаритні деталі в умовах крупносерійного виробництва. Обсяг програмного забезпечення для таких процесів ВШО надто великий. Проте, сучасні системи САМ з великим обсягом пам'яті та підвищеною швидкодією для збирання, оброблення та видачі інформації забезпечують високу продуктивність та ефективність процесів ВШО [10].

2. Друга вимога ВШО – одержання плавного переміщення різального інструменту між переходами. Коли різець або фреза раптово змінюють траєкторію руху, то виникають великі динамічні навантаження, які можуть розбалансувати систему і спричинити появу відхилень траєкторії переміщення від заданої. Для оброблення, наприклад кутів, необхідно згладжувати траєкторію руху, особливо під час зміни напрямку оброблення. Необхідна плавність переходу та зниження навантаження до повної зупинки руху інструменту, а після зміни напрямку - поступове збільшення

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаження і входження на задану траєкторію руху. Зміна навантажень може призвести до врізання інструменту в деталь, тоді на її поверхні можуть з'явитись пошкодження та дефекти. Правильно підібрана програма САМ системи дозволяє створювати плавність переміщень та уникати пошкоджень на оброблювальні поверхні.

3. Третя вимога ВШО полягає у дотриманні розподілу навантаження на різальний інструмент.

Оптимальне рівномірне навантаження забезпечується використанням методом еквідестантного зсуву контуру або спірального контуру, особливо для одержання заокруглених поверхонь. Метод еквідестантного зсуву контуру забезпечує постійний контакт інструменту та деталі протягом усього часу контакту із заготовкою та його виходом. Метод спірального контуру дозволяє утримувати неперервний контакт з деталлю після першого врізання аж до його виходу.

Можливістю застосування цих методів у ВШО відрізняє підходи до традиційного оброблення, де велика кількість входів, переходів і виходів інструменту створюють перепади навантажень, що відображається на точності оброблення.

#### **2.4. Дослідження технологічних параметрів при високошвидкісному фрезеруванні.**

До технологічних параметрів, які визначаються при високошвидкісному фрезеруванні, відносяться [5]:

##### **1. Швидкість різання.**

Із підвищенням швидкості різання значно зростає температури в різальній зоні. Коефіцієнт тертя між різальним інструментом і заготовкою зменшується. Завдяки цьому зменшується тертя по передній кромці інструменту та сплющення стружки. Змінюється напрямок стружкоутворення.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





різні кінематичні схеми, які успішно реалізуються на сучасних верстатах з ЧПК (рис. 2.3).

На рис.2.3 а), б) представлено відповідно кінематичні схеми для фрезерування внутрішніх і зовнішніх поверхонь за коловою циклічною екстраполяцією. На рис. 2.3 в) зображено кінематичну схему для фрезерування поверхонь за допомогою торцевої кромки інструменту, наприклад, кінцевої фрези. Такий метод фрезерування є ефективним для оброблення твёрдосплавних матеріалів, оскільки при цьому напрям сил різання співпадає з віссю інструменту, це збільшує опір по його перерізу, таким чином підвищуючи стійкість інструменту.

Забезпечення раціональної схеми високошвидкісних верстатів з ЧПК дозволяє підвищити динамічну жорсткість системи, отримати високу точність оброблених поверхонь.

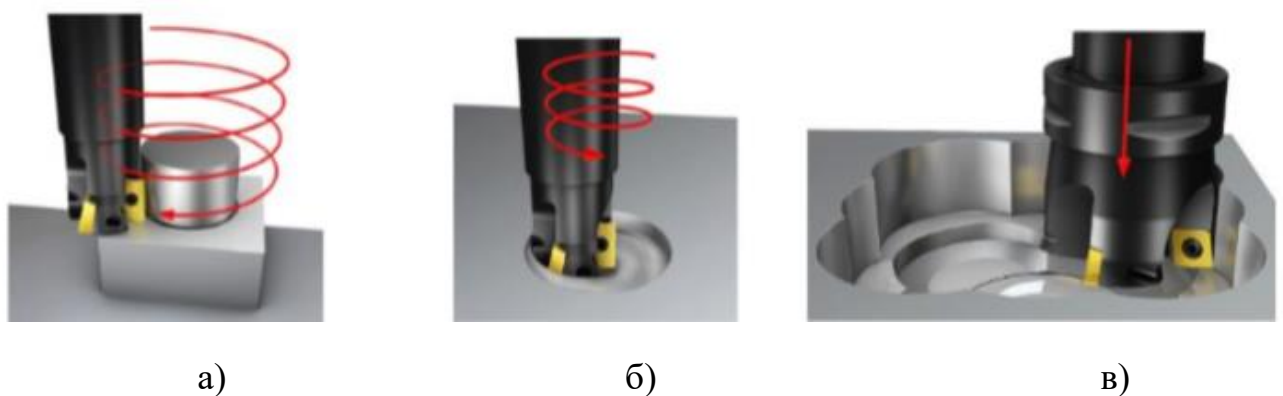


Рис. 2.3 – Кінематичні схеми ВШО на верстатах з ЧПК при фрезеруванні [5]

З одного боку, вдосконалення конструкції напрямних і станини верстату проводиться з метою покращення показників їх технологічності за рахунок зниження маси рухомих вузлів, оптимального розміщення напрямних, з іншого боку – це може призвести до втрати не лише динамічної, але й статичної жорсткості. Для усунення таких ризиків доцільно застосовувати жорсткі рухомі конструкції вузлів верстату, особливо у тих випадках, коли необхідно збільшити величину перерізу зрізаного шару

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металу з підвищеною твердістю. За таких умов необхідно вдосконалювати динаміку головного приводу, щоб не допустити високих граничних меж навантаження на інструмент, що може призвести до втрати його стійкості.

Якщо під час ВШО використовується багатоінструментальне оброблення, то всі інструменти необхідно збалансувати для усунення надлишкових вібрацій.

Важливим при високошвидкісному фрезеруванні є швидкість поширення температури в різальній зоні. За великих швидкостей різання зменшується крутний момент у зоні контакту інструменту із заготовкою. Як уже зазначалось, невеликі перерізи зрізування поверхневого шару сприяють зосередженню теплоти лише у стружці. При цьому заготовка нагрівається незначно, тому відсутня передача теплоти на інструмент. В цьому полягає основна перевага застосування ВШО, при високошвидкісному обробленні різальний інструмент зберігає свою стійкість протягом тривалих циклів оброблення, підвищується його зносостійкість на відміну від звичайного фрезерування.

Отже, підсумовуючи вищезазначене, виокремимо основні переваги застосування ВШО в процесах механічного оброблення:

- підвищення подач у 5–10 разів;
- зниження нагрівання заготовки;
- забезпечення точності механічного оброблення внаслідок зменшення загальних напружень в системі ВПД ;
- зниження деформації та підвищення точності оброблюваних поверхонь;
- підвищення продуктивності процесу зрізання матеріалу у 5-7 раз;
- підвищення вібростійкості інструменту та заготовки;
- досягнення необхідної шорсткості оброблюваних поверхонь;
- зменшення собівартості високошвидкісного інструменту.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Характеристика типу виробництва.

За вимогами державного стандарту тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій:

якщо  $K_{з.о.}=1$ , то виробництво масове;

якщо  $1 < K_{з.о.} < 10$ , то виробництво крупносерійне;

якщо  $10 < K_{з.о.} < 20$ , то виробництво середньосерійне;

якщо  $20 < K_{з.о.} < 40$ , то виробництво дрібносерійне.

Коефіцієнт закріплення операцій визначається за співвідношенням:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}.$$

Кількість операцій на одному робочому місці визначається за залежністю:

$$O = \frac{60 F_M \eta_n R_g}{T_{шт.к} N_M},$$

де  $F_M = 336,18$  годин [6];

$\eta_n = 0,75$ ;

$R_g$  – коефіцієнт виконаних робіт на обладнанні,  $R_g = 1,2$ ;

$N_M = 35000$  шт.;

$T_{шт.к}$  – час на виконання операції.

Тривалість операцій згідно існуючого технологічного процесу (заводського) занесено в табл. 3.1.

					<i>MP 18–534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		



Таблиця 3.1 - Штучно-калькуляційний час (базовий варіант)



Операція	Назва операції	T, хв.
005	токарна з ЧПК	3,9
010	токарна з ЧПК	12,3
015	токарна з ЧПК	8,8
020	вертикально-свердлильна	0,94
025	слюсарна	1,12



Розраховано число операцій, закріплених за кожним робочим місцем за формулою:

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

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

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

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

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

Визначмо коефіцієнт закріплення операцій за залежністю:

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

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

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховане значення  $K_{з.о}$  знаходиться в межах  $1 < K_{з.о} \leq 10$ , то приймаємо крупносерійне виробництво, річний випуск деталей складає 40000 шт.

### 3.2. Обґрунтування методу одержання заготовки.

Виходячи з креслення деталі, матеріалу заготовки та фізико-механічних властивостей, заданих розмірів і точностей її поверхонь, вибираємо такі методи одержання заготовки:

- лиття по металічних моделях;
- кування на ГКМ.

Остаточне рішення обґрунтовуємо за техніко-економічних розрахунками та їх порівнянням для двох методів.

Витрати на заготовку, одержану першим способом, визначаємо із залежності:

$$S_M = N \cdot S_{II} C_{\epsilon} = C_{\text{об}} m_{\epsilon} \times k_{mч} \times k_{св} \times k_{мв} \times k_{нмв} \times k_{ств} - (M_{\epsilon} - M) C_{вх}$$

де  $C_{\text{об}} = 9400$  грн. (з сайту <http://www.infoprofil.ua>);

$m_{\epsilon} = 5,3503$  кг;

$k_{mч} = 1,55$ ;

$k_{ст} = 0,69$ ;

$k_{мв} = 1,1$ ;

$k_{нмв} = 1,1$ ;

$k_{ств} = 1$ ;

$M = 4,6746$  кг;

$C_{вх} = 1580$  грн.

Вартість вилівка з урахуванням визначених коефіцієнтів складає:

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_B = 60,02 \text{ грн.}$$

Вартість поковки, виготовленої на ГKM, розраховуємо за аналогічною залежністю для поковок:

$$C_n = C_{\text{бн}} m_n \times k_{\text{мч}} \times k_{\text{сн}} \times k_{\text{мп}} \times k_{\text{нмп}} \times k_{\text{стп}} - (M_n - M) C_{\text{вх}}$$

де  $C_{\text{бн}} = 8900$  грн.;

$$C_{\text{бн}} = 6,2873 \text{ кг};$$

$$k_{\text{мч}} = 1,2;$$

$$k_{\text{сн}} = 0,9;$$

$$k_{\text{мп}} = 1,1;$$

$$k_{\text{нмп}} = 1;$$

$$k_{\text{стп}} = 1,34.$$

За допомогою вибраних коефіцієнтів вартість заготовки, одержаної куванням на ГKM складає:

$$C_n = 77,60 \text{ грн.}$$

Різниця вартостей заготовок за двома методами обчислюється:

$$C_m = (m_n - m_e) N,$$

де  $N = 40000$  шт.

Тоді

$$C_m = (6,2873 - 5,3503) \cdot 40000 = 37480 = 37,48 \text{ т.}$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльні витрати на виготовлення заготовки литвом та куванням визначаються з урахуванням річного випуску деталей:

$$C_k = (C_n - C_o) N.$$

У грошовому вираженні економія складає:

$$E_k = (77,60 - 60,02) \cdot 40000 = 70320 \text{ грн.}$$

Результати порівняльного аналізу можливих методів подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики та показники заготовки для деталі

Характеристики	Метод отримання заготовки	
	литво в кокіль	кування на ГKM
Маса деталі, кг	4,6746	
Маса заготовки, кг	5,3503	6,2873
Коефіцієнт використання матеріалу	0,94	0,79
Вартість 1 заготовки, грн.	60,02	77,60
Економія металу, кг	37480	—
Економія коштів, грн.	70320	—

Отже, порівняння двох методів за визначеними параметрами підтверджує доцільність застосування литва в кокіль, оскільки при цьому

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суттєво зменшуються витрати на матеріалу для виготовлення заготовки, економія у грошовому вираженні дорівнює 70320 грн.

### 3.3. Вибір технологічних баз.

У запропонованому технологічному процесі механічного оброблення стакану 57.306.01 велика увага приділена дотриманню принципу єдиності та постійності баз. Основні принципи базування наступні:

- за високих вимог до точності оброблення для базування заготовок слід вибрати таку схему базування, яка забезпечуватиме мінімальну похибку базування;
- для підвищення точності деталей і зібраних вузлів необхідно застосовувати принципи суміщення баз: суміщати базову, вимірну та складальні поверхні;
- дотримуватись правила постійності баз.

При зміні бази упродовж механічного оброблення точність зменшується, оскільки виникають відхилення поверхонь нових базових площин від раніше обраних.

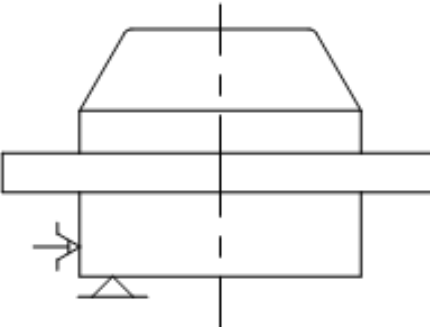
Для базування на початкових операціях механічного оброблення заготовку встановлюємо по чорнових поверхнях, які оброблятимуться на наступних операціях. Так, у якості початкових поверхонь базування приймаємо на токарній операції 005 за установ І призначаємо поверхню стакану А та торець В. Для усунення відхилень точності оброблюваних і необроблювальних поверхонь надалі на чорнову поверхню деталь базувати не рекомендується.

### 3.4. Формування технологічного маршруту оброблення деталі.

На основі аналізу показників технологічності деталі розробляємо проектний технологічний маршрут механічного оброблення заготовки, поданий у таблиці 3.3.

					MP 18–534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 -- Проектний маршрутно-операційного склад для операцій  
механічного оброблення

№ оп.	Назва операції та її зміст	Оброблюв. поверхні	Базові поверхні	Назва обладнання	Схема базування
1	2	3	4	5	6
005	Токарна з ЧПК Установ I Позиція I 1. Підрізати торець Позиція II 2. Точити поверхню	С <sub>1</sub> П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub> , С <sub>2</sub>	Оброблювальний центр моделі OBM21	







$$C_3 = C_{m.ф.} \cdot 1,53 \cdot R,$$

$$C_3 = 0,438 \cdot 1,53 \cdot 1,15 = 77,066 \text{ коп/год.}$$

Витрати на використання робочих місць визначаємо за залежністю:

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot R_m,$$

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

Розрахуємо капітальні витрати на обладнання, використовуючи формулу:

$$K_c = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot Ц \cdot m_{np}}{T_{ум} \cdot N}.$$

Витрати на утримання будівлі визначають:

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot m_{np}}{T_{ум} \cdot N},$$

де

$$F = f \cdot R_f,$$

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

$$K_c = \frac{6000 \cdot 8464 \cdot 4}{3,92 \cdot 50000} = 282 \text{ коп/год};$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_3 = \frac{20,0925 \cdot 6000 \cdot 4 \cdot 75}{3,92 \cdot 50000} = 50,25 \text{ коп/год.}$$

Отже,

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

Витрати на механічне оброблення розраховується так:

$$C_o = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{ум}}{60},$$

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

2. На операціях 010, 015.

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

Ведемо розрахунки з врахуванням технологічних параметрів на попередній операції.

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

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

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

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

3. На операції 020.

$$f = 2,445 \cdot 1 = 2,445 \text{ м}^2; R = 31; M_y = 4 \text{ кВт}; T_{ум020} = 0,84 \text{ хв}; T_{ум025} = 5,7 \text{ хв}; M = 1; \\ m_{np020} = 1; m_{np025} = 2;$$

$$\frac{C_3}{M} = \frac{C_{м.ф.} \cdot 1,53R}{M} = \frac{47,9 \cdot 1,53 \cdot 1,1}{1} = 80,62 \text{ коп/год};$$

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot R_M = 43,9 \cdot 1,6 = 70,24 \text{ коп/год};$$

$$K_{c020} = \frac{6000 \cdot 5278,5 \cdot 1}{0,84 \cdot 50000} = 234,6 \text{ коп/год};$$

$$K_{з020} = \frac{2,445 \cdot 3,5 \cdot 75 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,84 \cdot 50000} = 28,6 \text{ коп/год};$$

$$C_{н.з.020} = 80,62 + 70,24 + 0,2(234,6 + 28,6) = 203,5 \text{ коп/год};$$

$$C_{o020} = \frac{203,5 \cdot 0,84}{60} = 2,84 \text{ коп.}$$

Отже, загальні витрати на механічне оброблення базового технологічного процесу складають:

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{об} = 9,44 + 31,6 + 22,67 + 2,84 = 66,55 \text{ коп.}$$

Технологічні характеристики проектного технологічного процесу.

1. На операції 005.

$$f = 1,595 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2 \cdot 0,53 = 5,57 \text{ м}^2; R = 44; M_y = 3,3;$$

$$T_{ум} = 2,94 \text{ хв};$$

$$m_{np} = 1; M = 1;$$

$$\frac{C_3}{M} = \frac{43,8 \cdot 1,53 \cdot 1,1}{1} = 73,7 \text{ коп/год.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання машинного часу за залежністю [1, с. 45]:

$$R_m = \left( \frac{4,43C}{1000} + 0,97 \cdot R + 0,53 \cdot M_y \right) \frac{1}{20},$$

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

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

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

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

$$C_o = 903,65 \cdot 2,94 / 60 = 55,38 \text{ коп.}$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на механічне оброблення для базового проекту:

$$C_{on} = 55,38 \text{ коп.}$$

Порівняння за загальними витратами базового та проектного техпроцесів здійснюємо з виразу:

$$E = (C_{об} - C_{он})N,$$

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

### 3.5. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів заготовки.

За основу розрахунково-аналітичного методу беремо розрахунки припусків та відхилень розмірів, спричинених певними умовами оброблення заготовок, визначення складових припуску та їх додавання.

Розрахунок припусків дозволяє отримати оптимальне значення проміжних розмірів заготовок на всіх технологічних переходах, їх мінімальну кількість: від чорнової до фінішної операції, забезпечуючи необхідну точність оброблювальної заготовки, раціональний вибір установочних баз і методів оброблення, а також цілеспрямоване вирішення цілого ряду інших технологічних задач.

Значення припусків визначаємо за допомогою рівнянь:

- несиметричне мінімальне відхилення в процесі послідовного оброблення протилежних поверхонь [1,46]:

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- симетричний мінімальний припуск під час паралельного оброблення протилежних поверхонь [1,46]:

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

- симетричний мінімальний припуск в процесі оброблення усіх поверхонь [1,47]:

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

### 3.6. Визначення припусків та допусків на операції оброблення отвору Ø68H8(+0,074).

Загальне значення відхилень визначаємо з виразу [1, с. 69]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}.$$

Значення короблення заготовок, виготовлених литвом, розраховується з рівняння:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot D,$$

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

Значення залишкового короблення в результаті виконання усіх переходів обчислюємо за залежністю [1, с. 75]:

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{ікко} = R_{yi} \cdot \rho_{кор},$$

- чорнове точіння

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

- чистове точіння

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

Значення відхилення отвору визначаємо:

$$\rho_{см} = R_{yi} \cdot \rho_{см},$$

- чорнове точіння

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

- чистове точіння

$$\rho_{см} = 0,005 \cdot 400 = 2 \text{ мкм}.$$

Отже, загальна величина відхилень розмірів отвору дорівнює:

- виливка

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

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- чорнове точіння

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

- чистове точіння

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

Сумарна похибка встановлення заготовки для оброблення отвору розраховується:

$$E = \sqrt{E_\delta^2 + E_s^2 + E_n^2};$$

- чорнове точіння

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

- чистове точіння

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

Визначаємо гранично допустимі припуски:

- чорнове точіння

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

- чистове точіння

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

Отримані значення припусків подано в таблиці 3.5.

Здійснюємо перевірку достовірності розрахованих значень за залежністю:

$$\delta_3 - \delta_0 = 2Z_{0(\min)},$$

$$400 - 140 = 3588 - 3328 = 260 \text{ мм,}$$

що підтверджує - отримані результати є достовірними.

Таблиця 3.5 - Розрахунок припусків і граничних розмірів на оброблення отвору  
Ø58H9 мм

Технологічні переходи оброблення поверхні Ø120 <sup>+0,022</sup>	Складові припуску, мкм				Розрахований припуск 2 Z <sub>min</sub> , мкм	Розрахований розмір d <sub>p</sub> , мм	Допуск δ, мм	Граничне значення розміру, мм		Граничне значення припуску, мкм	
	Rz	T	ρ	ξ				d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub> <sup>np</sup>	2Z <sub>max</sub> <sup>np</sup>
Заготовка	300	300	423	0	0	55,08	400	55,58	55,98	0	0
Чорнове розто- чування	100	100	25	660	2766	58,758	350	58,538	58,758	2816	2866
Чистове розто- чування	10	20	13	50	512	58,846	140	58,846	58,946	512	722
Всього										3328	3588

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7. Визначення припусків і допусків на оброблюючі розміри поверхонь.

Розрахункові значення припусків і допусків на оброблюючі поверхні зведено в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 - Припуски і допуски на оброблюючі поверхні відливки  
точністю 6-7-9-2 (мм)

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск	Новий розмір
		табличний	розрах.		
Отвір	58H9	2-1,80	2-1,50	$\pm 0,61$	$55 \pm 0,61$
Отвір	46	2-1,40	—	$\pm 0,59$	$43,2 \pm 0,59$
Отвір	78	2-1,50	—	$\pm 0,70$	$75 \pm 0,70$
Отвір	85U8	2-1,50	—	$\pm 0,70$	$82 \pm 0,70$
Вал	155	2-1,50	—	$\pm 0,70$	$158 \pm 0,70$
Вал	100f9	2-1,50	—	$\pm 0,70$	$103 \pm 0,70$
Торець	88	2-1,50	—	$\pm 0,70$	$91 \pm 0,70$
Торець	14	1,30	—	$\pm 0,44$	$15,3 \pm 0,44$

### 3.8. Вибір інструментів для операцій механічного оброблення та контролю розмірів.

Вибір інструментів здійснюємо з врахуванням досягнень інструментального виробництва, характеристик точності оброблюваних поверхонь деталі, а також обсягу програми випуску виробів. Вибір інструменту необхідно проводити з максимально можливим застосуванням стандартних інструментів, як більш дешевших.

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі контрольних засобів контролю враховуємо необхідність забезпечення контрольних показників і розраховуємо витрати на їх використання за часом.

При виборі металорізальних і вимірювальних інструментів враховувались наступні показники:

1. Для різального інструменту

- а) здатність забезпечити необхідне формоутворення поверхонь деталі;
- б) простота конструкції інструменту;
- в) легкість підналагодження;
- г) безпечність в експлуатації;
- д) задовільні технологічні умови експлуатації (подрібнення стружки; відвід тепла та ін.).

2. Для вимірювального інструменту

- а) точність вимірів;
- б) достовірність контролю;
- в) кількість і терміни виготовлення виробів;
- г) технічні можливості засобів контролю;
- д) низькі витрати на придбання засобів контролю і їх експлуатацію;
- е) невисокі вимоги до кваліфікації контролерів;
- ж) можливість багаторазового використання при зміні об'єктів контролю.

Табл. В1 (дадоток В) містить перелік обраних інструментів для усіх технологічних операцій.

Вибраний інструмент повинен також відповідати прийнятому типу та організаційній формі виробництва.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.9. Визначення режимів різання.

Визначаємо швидкість різання за залежністю [5, с.265]:

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{2v},$$

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

$$K_{Mv} = 0,85 \left( \frac{750}{598} \right)^{1,75} = 1,263,$$

$$K_v = 1,263 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 1,250;$$

$$v_p = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,250 = 78,5 \text{ м / хв.}$$

Швидкість обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000v_p}{\pi D},$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 78,5}{\pi 100} = 250 \text{ об / хв.}$$

Для визначеного значення кількості обертів швидкість різання дорівнює:

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначаємо зусилля різання:

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

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\nu p},$$

$$K_{Mp} = (\sigma_v / 750)^n = (598 / 750)^{0.4} = 0.91; K_{\varphi p} = 1.08; K_{\gamma p} = 1.15; K_{\lambda p} = 1.0; K_{\nu p} = 1.0;$$

$$K_p = 0.91 \cdot 1.08 \cdot 1.15 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.130;$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 1^{1.0} \cdot 0.2^{0.75} \cdot 78.3^0 \cdot 1.130 = 655.4 \text{ Н.}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{655.4 \cdot 78.3}{1020 \cdot 60} = 0.83 \text{ кВт.}$$

Потужність головного приводу

$$N_n = \frac{N}{\eta},$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Сумарний час на оброблення дорівнює:

$$T_M = \frac{l_1 + l_2 + l}{n \cdot S},$$

$$l = 0,5(D - d),$$

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

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

Технологічний час на операцію розраховуємо з виразу:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S},$$

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

Для інших операцій параметри різання призначаються за нормативами, одержані розрахунки наведено в таблиці В1 (додаток В).

### 3.10. Вибір обладнання.

Питання вибору групи, типу і моделей обладнання розглядаємо на різних стадіях підготовки виробництва.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередній вибір груп обладнання проводиться при призначенні методів оброблення поверхонь, забезпечуючи виконання технологічного та операційного маршруту оброблення, та мінімуму затрат на робочому місці відповідно до їх попереднього обґрунтування. Для реалізації цього необхідно володіти даними про ціну, габарити, потужності, продуктивності верстатів та ін.

Наступним етапом для конкретизації вибору обладнання є його здатність забезпечувати, окрім розмірів, форм і якості поверхонь деталі, ще і ряд таких критеріїв:

- відповідність розмірів верстату габаритним розмірам деталі;
- відповідність верстату по продуктивності обсягу виробництва;
- механізації й автоматизації виконуваних робіт;
- реальна можливість придбання верстату;
- необхідність використання обладнання, яке є на озброєнні даного підприємства.

Для зменшення витрат на обладнання, основного часу на оброблення, виходячи з доцільності об'єднання переходів та зменшення додаткового часу, вибираємо верстат ОЦМ21.

### 3.11. Нормування операцій проектної технології.

Норму штучного часу визначено за формулою:

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_{\partial} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}},$$

$$t_{\partial} = t_{\text{вз}} + t_{\text{с}},$$

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_{\partial} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}},$$

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{м.о}} + t_{\text{оп}},$$

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

Визначаємо значення штучного часу на операцію:

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

Результати розрахунків подано в табл. В2 (додаток В).

### 3.12. Визначення кількості обладнання.

У загальному випадку, кількість верстатів на дільниці, необхідних для оброблення деталі в обсязі загальної програми випуску, визначається за двома групами показників:

- показниками механічного процесу;
- техніко-економічними показниками.

В першому випадку кількість верстатів розраховується на основі нормативного часу на виконання кожної операції. В другому випадку визначення числа верстатів за техніко-економічними показниками проводиться при укрупненому проектуванні, коли номенклатура виробів точно не встановлена при розробленні компоновки цеху. У нашому випадку потрібна кількість верстатів розраховується за першим варіантом. Для потокового виробництва кількість обладнання визначається з урахуванням необхідності виконання окремо взятих операцій. Для створення неперервного

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



поток процес оброблення поділяється на окремі операції, по можливості однакові.

Загальна кількість обладнання в поточковій лінії оброблення даного виробу розраховується:

$$C_p = \sum_{i=1}^n C_{p_i} \cdot$$

$$C'_{p_i} = \frac{T_{шт_i}}{t_g} \cdot$$

$$K_3 = \frac{C'_p}{C_p} \cdot$$

Визначимо кількість обладнання.

1. На операції 005:

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

приймаємо  $C'_p = 1$ .

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

$[K_3] = 0,85, [K_3] > K_3$ .

2. На операції 010:

$$C'_p = \frac{12.32}{4,6} = 2678,$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймаємо  $C'_p = 3$ .

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

$$[K_3] = 0,85; [K_3] > K_3.$$

3. На операції 015:

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

приймаємо  $C'_p = 2$ .

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

$$[K_3] = 0,85, [K_3] > K_3.$$

4. На операції 020:

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

приймаємо  $C'_p = 0,2$ .

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

$$[K_3] = 0,85, [K_3] > K_3.$$

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 4.1. Вибір пристосування для механічного оброблення.

Для токарної операції у технологічному процесі застосовуються стандартні верстатні пристосування.

Для досягнення більшої точності виготовлення деталі і скорочення часу на механічне оброблення в свердлильній операції пропонується використати кондуктор для свердління шести отворів і як допоміжне пристосування – свердлильну головку для свердління шести отворів.

Кондуктор призначений для встановлення деталі, надійного її закріплення для подальшого механічного оброблення. В даному випадку кондуктор призначений для встановлення деталі на оброблювальний центр моделі OBM21 і застосовується разом із свердлильною головкою для свердління шести отворів. Основними частинами даного пристосування є корпус 1 і кондукторна плита 2 (див. складальне креслення). Кондукторна плита кріпиться на колонках 4. На кондукторній плиті розташовані направляючі втулки 22, і палець 6, який заходить в центральний отвір деталі для кращого її центрування. З нижньої сторони деталі на корпусі знаходиться аналогічний палець 8; завдяки затиску з двох сторін деталь надійно фіксується в вертикальному напрямку. Деталь базується в призмі 9, яка розташована і закріплена на кондукторній плиті.

### 4.2. Розрахунок похибки встановлення деталі в кондукторі.

В кондукторі деталь встановлюється в призму. Для розрахунку похибки базування деталі скористаємося рекомендаціями наведеними в [3], [7], [8], [9].

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

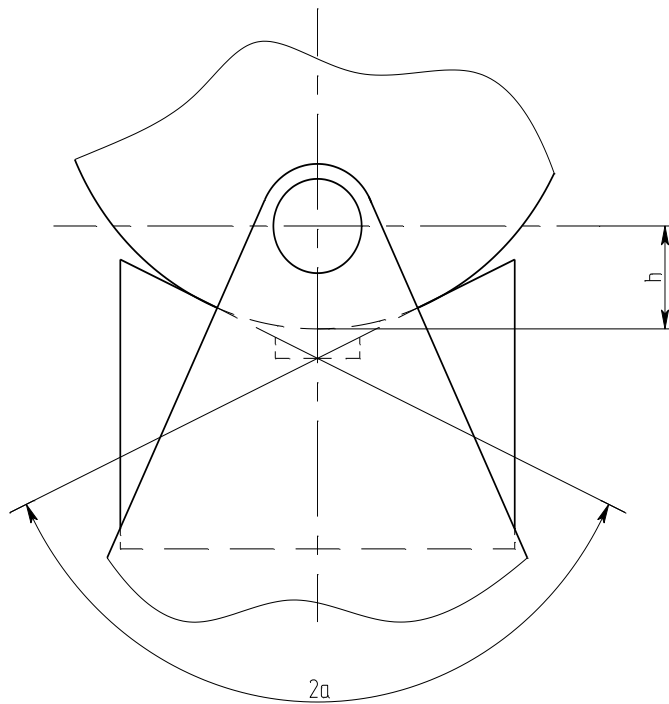


Рис. 4.1 – Схема базування заготовки в призмі

Згідно [8, ст. 28, табл. 3.2] похибка базування в призмі розраховується наступним чином:

$$\varepsilon_{\text{Б}} = 0,5 \times \text{TD} \times \frac{1}{\sin \alpha},$$

де TD – допуск на розмір  $h$ .

Оскільки, на розмір  $h$  на кресленні не ставиться ( $h = 15$  мм) без будь-яких особливих вимог, то беремо допуск на розмір по Н14, тоді TD = 430 мкм.

Тоді

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки, деталь ще і встановлюється на пальці, то визначимо також похибку у випадку базування на палець згідно рекомендацій наведених у [7, ст. 48, табл. 2.4]:

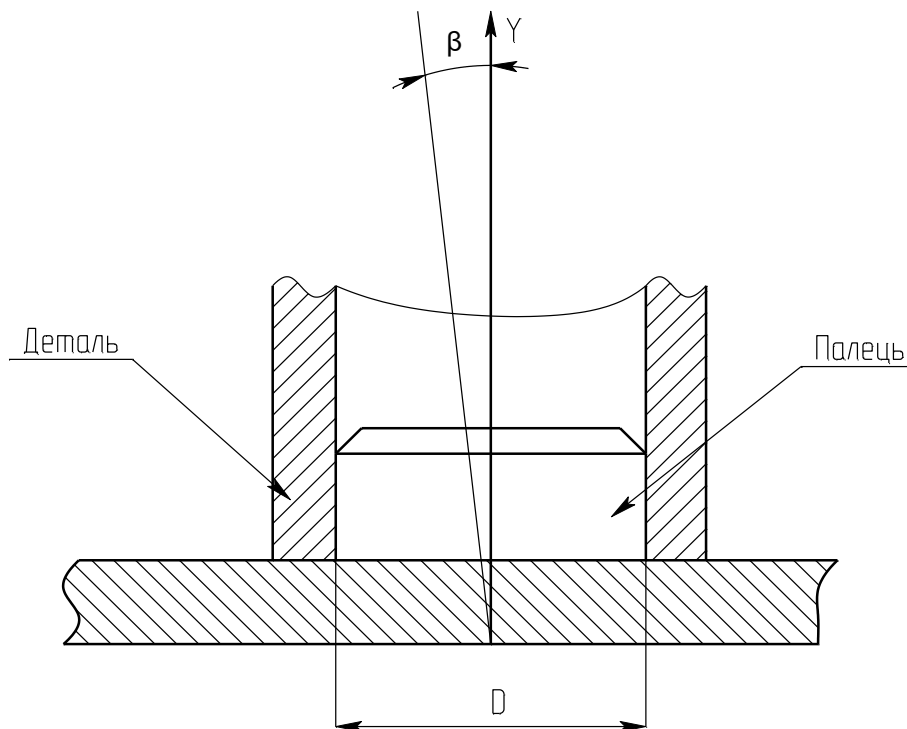


Рис. 4.2 - Базування заготовки на палець

Визначимо похибку базування, скориставшись рекомендаціями наведеними у [7, ст. 48, табл. 2.4]:

$$\beta = \frac{2 \arctg \cdot 0,01^\circ}{D},$$

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

### 4.3. Розрахунок сил затиску при свердлінні.

Для розрахунку використаємо рекомендації, наведені у [3, ст. 155-156].

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Враховуючи параметри оброблюваності деталі на верстаті та характеристик останнього, прийнята наступна кінематична схема:

- обертання усіх шпинделів - праве;
- відстані між осями шпинделів дозволяють розмістити усі зубчасті колеса в один ярус;
- кожне зубчасте колесо розміщується між двома радіальними підшипниками.

Діаметр ведучого валу та крутний момент визначимо за виразом:

$$d_1 = \sqrt{\frac{16M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}};$$

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

Отже, діаметр валу дорівнює:

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

Враховуючи те, що на валу ведуче колесо кріпиться за допомогою шпонки, то  $d_1 = 40$  мм.

Значення діаметру напрямної шпинделя призначаємо, враховуючи діаметр свердла  $d$ . З табл. 7 [21] приймаємо  $d = 9,8; D/d = 1,2$ .

Отже,  $D = 1,2 \times 9,8 = 11,76$  мм.

Модуль ведомого колеса призначаємо, враховуючи діаметр свердла та запас міцності при  $d = 9,8$ мм; приймаємо  $m = 3$ .

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





$$R \gg (1,1-1,2)P_z,$$

$$R \gg (1,1-1,2) \times 1275 = 1402,5 - 1530.$$

На опорах виникають реакції, значення яких розраховуємо з рис. 4.6.

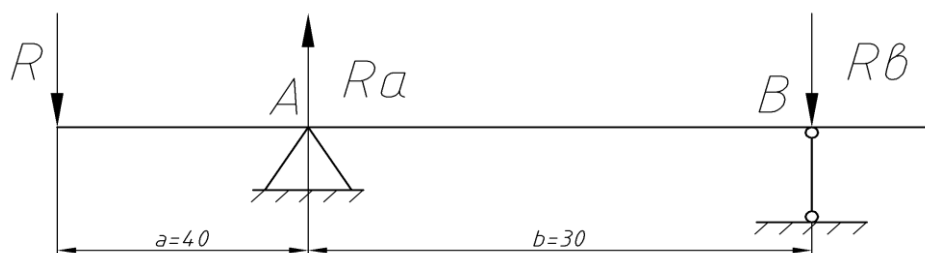


Рис. 4.6 - Схема для розрахунку валу

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

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

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

Орієнтовний діаметр валу визначаємо за залежністю:

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

$$N = 8,25 \text{ кВт}, n = 920 \text{ об / хв}.$$

Тоді

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = 15 \cdot \sqrt[3]{\frac{8,25}{300}} = 3,70 \text{ см,}$$

приймаємо  $d = 40$  мм.

Визначасмо величину навантаження на підшипники:

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

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

Операції розточування та свердління отворів супроводжуються появою додаткових навантажень від удару, які виникають при обробленні литих заготовок. Також ударним навантаженням піддаються складові частини інструментального вузла, тому до їх конструкції ставляться високі вимоги жорсткості та стійкості.

Загалом, вузол різця повинен бути простим за будовою та компактним, конструкція вузла повинна забезпечувати можливість заточування різця та заміни або ремонту його частин.

Конструкцію різця представлено в графічній частині.

#### **4.6. Розроблення конструкції вилівки.**

Деталь – стакан одержуємо методом литва в кокіль. Важливо правильно вибрати площину роз'єму вилівки, використовуючи правила тіні. Максимальний розмір має поверхня заготовки з діаметральною площиною. Позичіонування цієї поверхні в якості роз'ємної площини сприяє належному формуванню дотичних скруглених поверхонь вилівки (рис. 3.7).

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім того, точність неробочих поверхонь, які надалі не потребують додаткових методів оброблення, досягаються запропонованою конструкцією виливки.

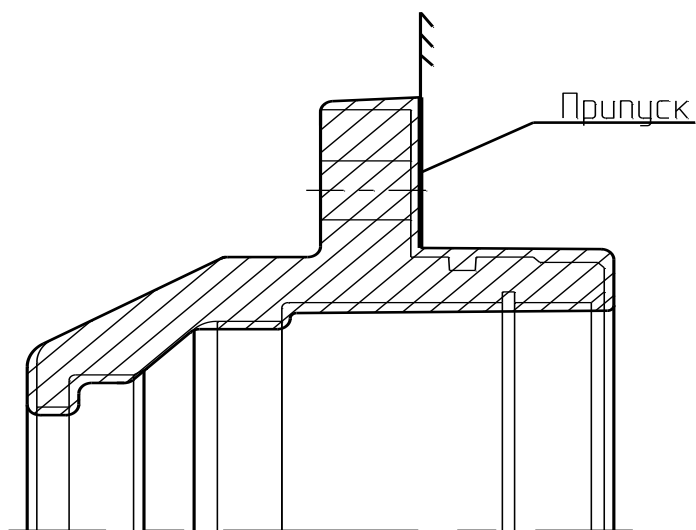


Рисунок 4.7 - Площина роз'ємну виливки

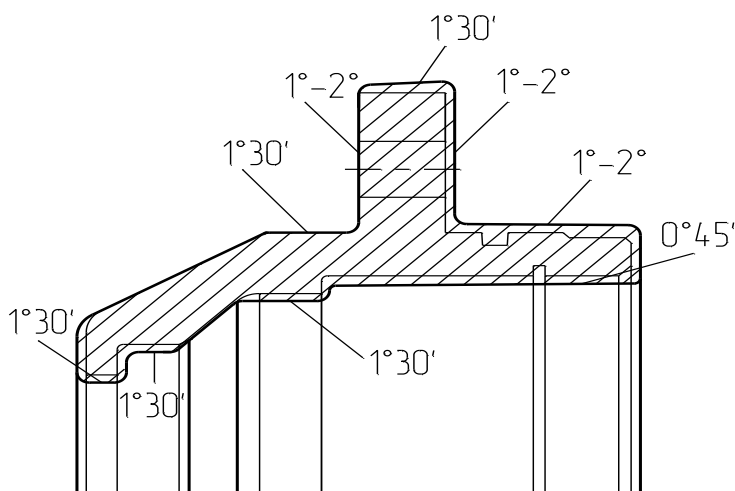


Рисунок 4.8 - Формувальні ухили

Формоутворення внутрішніх пустот здійснюємо, використовуючи стержні відповідно до розмірів порожнин.

Формувальні ухили слід виконувати відповідно до зазначених на рисунку 4.8. площин.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- фізико-механічних властивостей;
- геометричних параметрів і розмірів;
- відсутності/наявності дефектів;
- стану робочих поверхонь;
- відсутності/наявності короблення, кручення тощо.

Застосування тих чи інших контрольних засобів або інструментів визначається із урахуванням умов виробництва.

#### 4.7. Вибір та розрахунок засобів для контролю розмірів.

Контрольні засоби обираємо, використовуючи літературу [4], [5], [16].

Для контролю розміру  $\phi 85U8^{(-0.124)}_{(-0.178)}$  використовуємо калібр.

З таблиць [5] приймаємо значення верхньої та нижньої меж на розмір  $\phi 85U8^{(-0.124)}_{(-0.178)}$ :

$$D_{max} = 84,876 \text{ мм};$$

$$D_{min} = 84,822 \text{ мм};$$

$$HE = D_{max};$$

$$HE_{max} = D_{max} + H / 2;$$

$$HE_{min} = D_{max} - H / 2;$$

$$HE = 84,876 \text{ мм};$$

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$PP = D_{min} + z,$$

$$PP_{max} = D_{min} + z + H / 2,$$

$$PP_{min} = D_{min} + z - H / 2;$$

$$PP_{зн} = D_{min} - y;$$

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

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

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

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

Відхилення для калібр-пробки становлять:

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

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

Обчислимо похибки форми калібр-пробки 3 мкм та точність для калібру-пробки Ra=0,05 0мкм.

Визначаємо граничне значення відхилень валу:

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\phi 100 f 9 \begin{pmatrix} -0.036 \\ -0.125 \end{pmatrix},$$

$$d_{max} = 99,964 \text{ мм};$$

$$d_{min} = 99,875 \text{ мм}.$$

Розраховуємо калібр-скобу для контролю валу.

$$HE = d_{min};$$

$$HE_{max} = d_{min} + H_1 / 2;$$

$$HE_{min} = d_{min} - H_1 / 2;$$

$$HE = 99,875 \text{ мм};$$

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

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

$$IP = d_{max} - z_1;$$

$$IP_{max} = d_{max} - z_1 + H_1 / 2;$$

$$IP_{min} = d_{max} - z_1 - H_1 / 2;$$

$$IP_{3H} = d_{max} + y_1;$$

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Розраховуємо розміри калібр-скоби:

$$PP = 99,957^{+0,010} \text{ МКМ};$$

$$HE = 99,870^{+0,010} \text{ МКМ.}$$

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 5.1. Структура і принципи САПР.

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

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

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

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

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Косульт.</i>		<i>Паньків М.Р.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

- методичне забезпечення: документи, в яких відображено склад, правила вибору і експлуатації програмного забезпечення;
- організаційне забезпечення: положення, інструкції, накази і інші документи, які регламентують організаційну структуру проектної організації при функціонуванні САПР;
- правове забезпечення: документи, які регламентують правові відносини сторін при створенні, впровадженні і експлуатації САПР.

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

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

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

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

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

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі експлуатації САПР повинна вдосконалюватись не лише за рахунок розширення номенклатури технологічно–конструкторської документації, але й за рахунок підвищення якості і автоматизації проектування, яке полягає в використанні багатоваріантності (оптимізації технічних рішень).

## **5.2. Методи проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм ТПП САПР.**

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

Опис операцій технологічного процесу в даній САПР поділяється на дві частини: постійну і змінну. Постійна частина опису є спільною для всіх деталей групи. До цієї частини опису відносяться назви операцій, описи переходів, для окремих переходів у вигляді постійної інформації можуть бути зафіксовані різальний і вимірюваний інструмент, пристрої. Власне, вона і складає зміст типового технологічного процесу.

Змінна частина опису операцій та переходів формується стосовно до конкретних умов кожної деталі даної групи при розробленні робочого технологічного процесу. Це в першу чергу виконавчі розміри, характеристики використовуваних різальних інструментів, моделей верстатів. До змінної частини можуть бути віднесені описи технологічного оснащення.

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

Робота з пакетом здійснюється в діалоговому режимі. Технолог формує структуру маршрутного операційного технологічного процесу, вибирає

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операції та переходи, а в пам'ять ЕОМ вводиться лише змінна частина описів, яка відмічається спеціальними значками на екрані дисплею. Крім того, для роботи широко використовуються типові технологічні процеси, які зберігаються в інформаційно-пошуковій підсистемі САПР.

Не дивлячись на малу частку задач, які вирішуються ЕОМ, використання САПР маршрутних технологічних процесів на бази типової технології дає на підприємстві значний ефект. Терміни технологічності скорочуються в середньому 3-4 рази.

### **5.3. Підготовка вихідної інформації.**

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

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

Для розроблення технологічного процесу механічного оброблення за допомогою ППП «ТехноПро» необхідна наступна вихідна інформація:

1. Робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення.
2. Базовий технологічний процес виготовлення деталі.
3. Типовий технологічний процес, оформлений на бланках маршрутних технологічних карт.
4. Змінна інформація, оформлена у вигляді таблиці 5.1, 5.2.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



12	Вн. циліндрична	Ø89	h9	Ra6,3	
13	Вн. циліндрична	Ø85	U8	Ra2,5	
14	Торцева	50	h14	Ra6,3	
15	Вн. циліндрична	Ø78	H7	Ra2,5	
16	Конічна	10×45°	h8	Ra2,5	
17	Конічна	2×30°	h8	Ra2,5	
18	Вн. циліндрична	Ø58	H9	Ra2,5	
19	Торцева	83	h14	Ra12,5	
20	Вн. циліндрична	Ø46	H8	Ra2,5	

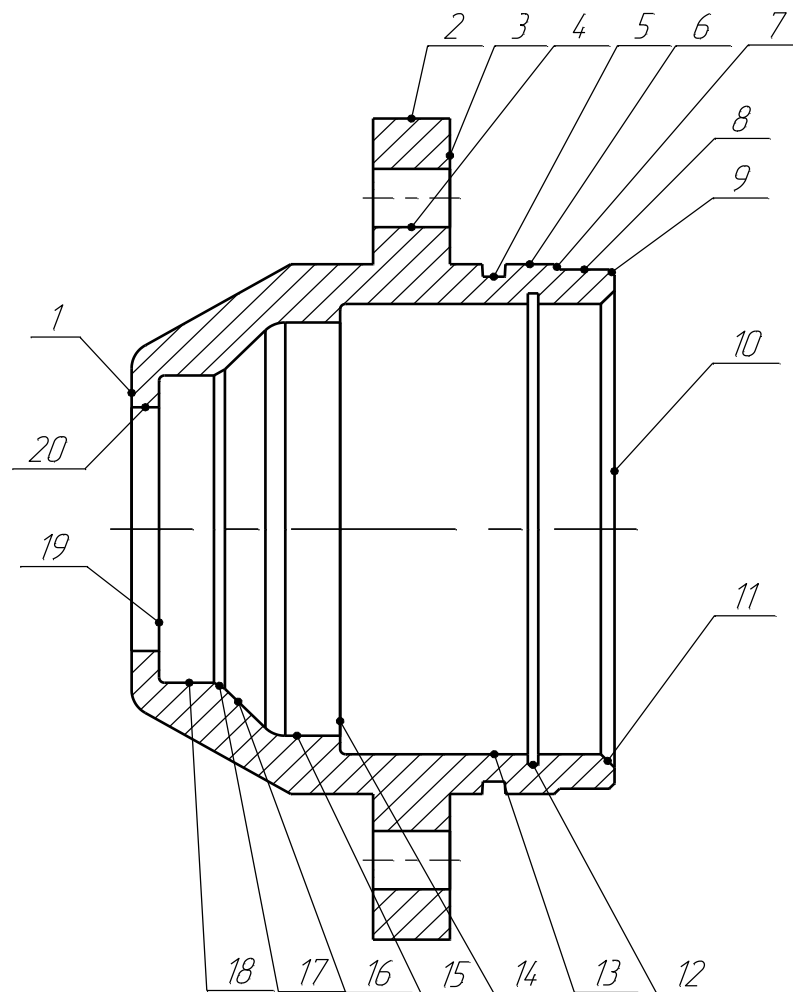


Рис. 5.1 - Ескіз деталі з нумерацією поверхонь

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

ППП “ТПП САПР” містить обслуговуючі підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, адаптації, інформаційно-пошукову. Інформаційно-пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів і їх пошук. Вихідним документом є маршрутний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації САПР служить для внесення нових типових процесів в архів і видалення непотрібних.

Укрупнену блок-схему алгоритму роботи підсистеми проектування наведено на рис. 5.2. Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводять пошук необхідного типового процесу і перезапис його в пам'ять ЕОМ. В четвертому блоці виконується формування переходу для робочого процесу. Для цього в опис переходу або операції (постійна частина), взятий з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вихідного документу. Після проектування і оброблення першого запису вихідного документу відбувається перехід до наступної і так далі до кінця документу.

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

Проаналізувавши технологічний процес механічного оброблення деталі стакан 57.306.01, отриманий за допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведено правильно.

В даному технологічному процесі деталь обробляється за одну операцію, під час якої відбувається точіння зовнішніх і внутрішніх поверхонь, а також свердління отворів.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

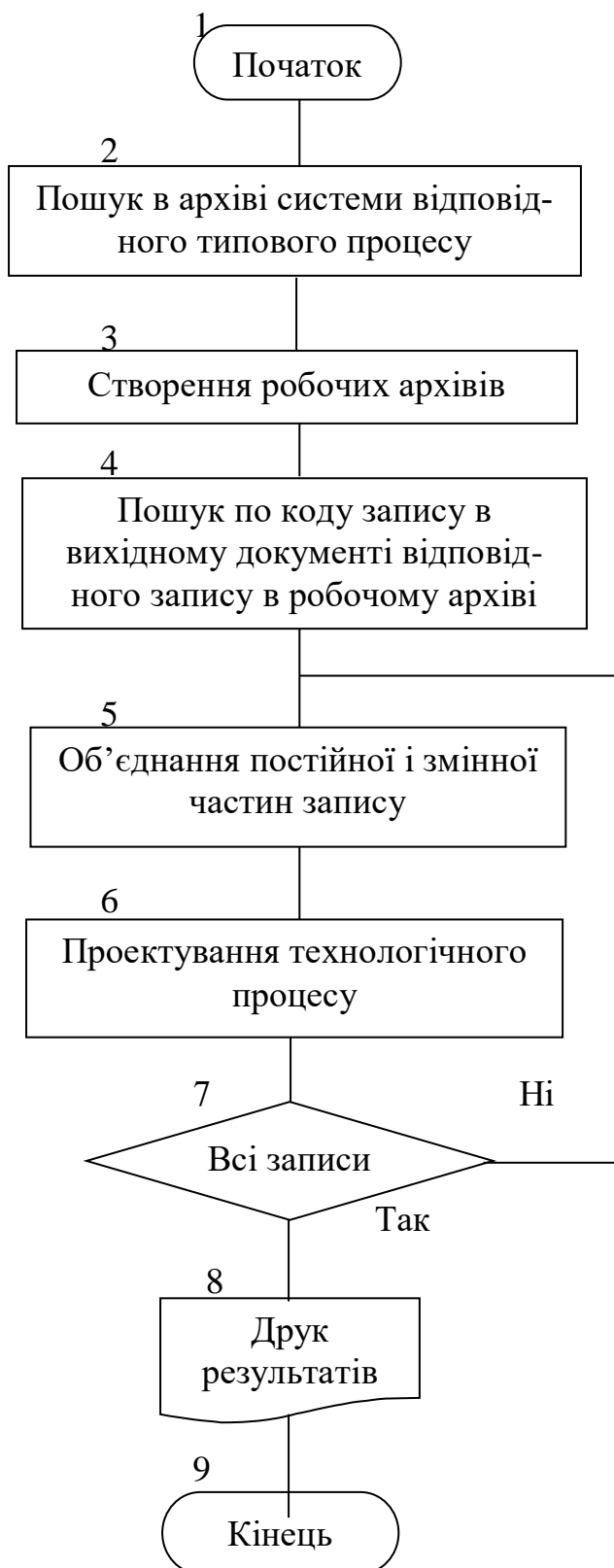


Рис. 5.2 - Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування ТПШ САПР



В подальшому проводять контроль її поверхонь, після чого піддають промивці й транспортують дану деталь на дільницю складання.

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

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

Розроблений технологічний процес носить реальний характер, забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочими кресленнями і технічними вимогами та може бути використаний в умовах діючого виробництва.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 6. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 6.1. Уточнення розгорнутої програми виробництва на дільниці.

Виробничу програму дільниці визначають на підставі виробничої програми підприємства з урахуванням встановленого відсотку запасних частин. При цьому враховують те, що окремі складальні одиниці виготовляють заводи-суміжники.

Таблиця 6.1 - «Подетальна річна виробнича програма випуску виробів»

№-п/п	№-креслення		Назва деталі	Марка матеріалу	Вид заготовки	Кількість деталей на виріб	% на запасні частини	Кількість деталей				Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовки	деталей	
1	57.306.00	57.306.01	Стакана	Сталь 45	Виливка	2	5	45000	5000	50000	4,24	3,56	233,2	195,8	

### 6.2. Розрахунок працемісткості і верстатомісткості виготовлення виробів.

Працемісткість механічного оброблення при детальному проектуванні визначається за технологічним процесом згідно рекомендацій, як сума штучних часів за всіма операціями [2, ст. 89]:

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пристаж І.В.			<b>ПРОЕКТНА ЧАСТИНА</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Данильченко						
Реценз.		Ярема І.Т.						
Н. контр.		Дячун А.Є.						
Затверд.		Пилипець М.І.						
						ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61		

$$T_M = \sum T_{um} \cdot$$

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

### 6.3. Визначення кількості технологічного обладнання.

Зведену відомість обладнання для виготовлення стакану 57.306.01 наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Специфікація основного технологічного обладнання

№ п/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт.	Габарити, мм
1	005 Токарна з ЧПК	Оброблювальний центр мод.ОЦМ21	1	7360×2915
	Всього		1	

Крім основного, на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

- установка для промивання деталей;
- контрольний стіл.

### 6.4. Вибір типу вантажопіднімальних і транспортних засобів.

В даному випадку для потреб дільниці в якості міжопераційного транспорту прийємо електрокари з рухомою платформою вантажопідйомністю 0,6 тон [1].

Визначимо кількість електрокарів [2]:

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$k_n$  – коефіцієнт нерівномірності транспортування,  $k_n = 1,25$ ;

$T_{np}$  – тривалість роботи одиниці транспортного обладнання,  $T_{np} \approx 20$  хв.;

$Q_e$  – вантажопідйомність одиниці транспортного засобу,  $Q_e = 0,5$  тон;

$k_e$  – коефіцієнт вантажопіднімальності транспорту,  $k_e = 0,8$  [2];

$F_d$  – тривалість роботи транспортного засобу,  $F_d = 4015$  год.

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

Отже, приймаємо 1 електрокар.

Для переміщення деталей між позиціями механічного оброблення використовуються підвісний ланцюговий конвеєр з вантажопіднімальністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

Кількість кранів для складання вузлів, агрегатів визначають розрахунковим методом, але доцільніше кількість піднімальних засобів приймати за часом роботи на кожній операції.

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за залежністю [2]:

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

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

$i$  – середнє число транспортних операцій на 1 деталь,  $i = 3$ ;

$T_{кр}$  – час роботи крану,  $T_{кр} = 25$  хв.;

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

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

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Укрупнено кількість кранів визначають так: для механічних цехів - 1 кран на 40-80 м довжини прольоту; для складальних цехів – 1 кран на 30-50 м.

### 6.5. Визначення розмірів площ дільниці та цеху.

Визначення площі цехів базується на даних про працемісткість робіт за розробленими технологічними процесами виготовлення деталей вузла центрального редуктора в умовах виробництва базового підприємства.

Вихідні дані:

- загальна кількість верстатів цеху – 84 шт.;
- кількість верстатів заточувальної дільниці – 6 шт.;
- кількість верстатів цехового ремонтного відділення – 5 шт.;
- кількість верстатів дільниці ремонту спорядження – 8 шт.;
- кількість контрольних столів – 14 шт.;
- габарити всіх верстатів – середні.

Площа дільниці визначається за питомою площею на одиницю обладнання згідно норм [1]:

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

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

$S_{II}$  – питома площа на 1 верстат,  $S_{II} = 18...25 \text{ м}^2$  [1];

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

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Допоміжна площа складається з площ, зайнятих допоміжними відділеннями:

1. Відділення заточування інструменту;

Кількість заточувальних верстатів – 4, питома площа – 8-10  $\text{м}^2$ .

Отже, площа заточувального відділення = 40  $\text{м}^2$ .

2. Цехове ремонтне відділення.

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

Отже, загальна площа = 60  $\text{м}^2$ .

3. Відділення ремонту спорядження та інструменту.

Для наявної кількості верстатів при питомій площі 22-30  $\text{м}^2$  площа відділення складає 132  $\text{м}^2$ .

4. Контрольне відділення.

Площа відділення визначається з розрахунку 5-6  $\text{м}^2$  на одного контролера.

Отже, площа контрольного відділення дорівнює:  $5 \times 12 = 60 \text{ м}^2$ .

5. Склади матеріалів і заготовок.

Площа складу матеріалів і заготовок визначається за залежністю [2]:

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

де  $M_{\Sigma}$  – маса матеріалу та заготовок для річного об'єму випуску,  $M_{\Sigma} = 2360 \text{ т}$ ;

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

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

$k_B$  – коефіцієнт використання площі для складування,  $k_B = 0,39$ .

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

6. Проміжний склад.

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

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

7. Відділення для виготовлення і зберігання охолоджуючих рідин, склад мастил.

Площа цього відділення визначається за рекомендаціями [1] з урахуванням кількості верстатів і приймається рівною 70 м<sup>2</sup>.

8. Відділення для збору та перероблення стружки.

Площа цього відділення визначається аналогічно до попереднього і приймається рівною 104 м<sup>2</sup>.

9. Інструментально-роздавальна комора.

Норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості обладнання у механічному відділенні. Приймаємо площу рівною 44 м<sup>2</sup>.

10. Площа побутових приміщень приймається рівною 25...30% площі цеху. Приймаємо площу рівною 25%, а отже – 1105 м<sup>2</sup>.

Площа ділянки для виготовлення стакана визначається розмірами та масою верстатів і приймається для легких верстатів 14-18 м<sup>2</sup>, для середніх – 18-22 м<sup>2</sup>, для важких – 22...30 м<sup>2</sup> [2].

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.3 - Площа ділянки для виготовлення стакана 57.306.01

Обладнання (верстат)	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м <sup>2</sup>
Оброблювальний центр	ОЦМ21	7360×2915	важкий	25
Слюсарний верстак	—	1500×1000	—	6
Промивальна машина	—	1500×1000	—	6
Контрольний стіл	—	2000×1000	—	6
Місця складування заготовок і деталей	—	—	—	19
Загальна площа ділянки				62

Таблиця 6.4 - Відомість площ цеху

№ п/п	Відділення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Механічне	2600
2	Складальне	780
3	Заточувальне	40
4	Цехове ремонтне	60
5	Спорядження та інструменту	132
6	Контрольне	60
7	Склад матеріалів та заготовок	100
8	Проміжний склад	22
9	Склад мастильно-охолоджувальних рідин (МОР)	70

					MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





10	Відділення для перероблення стружки	104
11	Інструментально-роздавальна комора (ІРК)	44
	Всього	3910
12	Магістральні проїзди (12-15% від площі всіх відділень цеху)	508
	Всього	4418
13	Службово-побутові приміщення	1105
	Всього	5523

### 6.6. Визначення кількісного складу працюючих на дільниці.

На дільниці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні: основні та допоміжні робітники; ІТР; молодший обслуговуючий персонал.

Кількість робітників-верстатників визначається з урахуванням кількості верстатів за формулою [2]:

$$P_B = \frac{C_{ПР} \cdot F_D \cdot k_3}{F_{оп} \cdot k_6},$$

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

Приймаємо  $P_e = 1$  чоловік.

Кількість працівників інших категорій приймаємо згідно рекомендацій [2] і заносимо в таблицю 6.5.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.5 - Відомість складу працюючих на дільниці

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

Кількість контролерів відділу технічного контролю в крупносерійному виробництві приймається 8-10% від кількості основних робітників. Приймаємо кількість контролерів – 1 чол.

### 6.7. Визначення конструкції і основних розмірів будівлі.

Основні розміри цеху вибираються з урахуванням розрахункової площі цеху на базі використання уніфікованих типових секцій. Виробничі площі цеху розміщуються в одноповерховій безкрановій будівлі з колонами 18×12 м. Висота прольоту складає 7,8 м. Розміри будівлі цеху 54×84 м, відповідно площа становить 4536 м<sup>2</sup>.

Допоміжні приміщення прибудовані із бічної сторони цеху, мають ширину 12 м, колони 6×6 і число поверхів 2 висотою 4,2 м. Загальна площа – 1152 м<sup>2</sup>.

При каркасній конструкції будівлі використовується збірний залізобетонний фундамент стаканного типу. На нього опираються колони та

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фундаментні балки. Уніфіковані залізобетонні колони приймаються розмірами 500×500×6900 мм.

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

Для бокових світлопроектів 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, обладнані повітряними тепловими завісами. Двері використовуються розміром 1,5×2,4м 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. На 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 мастил і емульсій і має низьку працездатність очищення.

## **6.8. Розроблення плану ділянки.**

План ділянки – це схематичний план виробничої будівлі із розміщеними у ньому цехами, ділянками, службовими приміщеннями, проходами, проїздами.

Призначення компоувального плану – це взаємна ув'язка усіх приміщень, та призначення послідовності раціональних переміщень

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовок, детплей вузлів, пристроїв, транспортних засобів, вантажних потоків.

Вихідними даними для проектування плану ділянки є технологічна схема генплану і схема вантажопотоків; складів, цехів; розміри площ відділень і приміщень; схема будівлі; основні будівельні параметри і загальна схема будівлі.

На компоновальному плані за допомогою прийнятих умовних позначень зображено: основні стіни; межі цехів і ділянок, допоміжні устаткування і споруди; основні вантажопіднімальні і транспортні засоби; основні проїзди перехідні канали з зазначенням висотних відміток для них відносно підлоги першого поверху.

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

а) майданчики для складування заготовок розміщуються на початку 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 відділяються від верстатного відділення сіткою висотою 2,5 м, а контрольне і заточувальне відділення – скляною перегородкою.

Розроблений план ділянки виконано в масштабі 1:200.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.9. Розроблення плану розміщення обладнання.

План розміщення обладнання розробляється на основі і у відповідності з компоувальним планом цеху і розташуванням будівельних елементів будівлі. Розроблення плану розміщення обладнання виконано в середовищі пакету AutoCAD з використанням плоских темплетів.

Головним завданням при розробленні плану розміщення обладнання на ділянці є встановлення прямоточності переміщень заготовок в процесі їх оброблення відповідно до послідовності операцій, а також забезпечення раціональній відстаней між верстатами, устаткуванням, колонами, стінами.

Спосіб розміщення обладнання вибираємо з врахуванням типу виробництва [1].

Річна програма випуск деталей  $N = 40000$  шт. Розрахунок типу виробництва наведено у пункті 3.1.

Число операцій, закріплених за 1 робочим місцем

$$O = \frac{60 \cdot F_M \cdot k_e \cdot \eta}{T_{ум} \cdot N_M},$$

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

Розраховуємо число операцій, закріплене за 1 робочим місцем:

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

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

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

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Коефіцієнт закріплення операцій дорівнює:

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

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

Оскільки тип виробництва крупносерійний, то рекомендований спосіб розміщення обладнання – за послідовністю операцій механічного оброблення [1].

Дозавантаження обладнання проводиться за рахунок оброблення на даній ділянці інших складальних одиниць вузла.

Обладнання на ділянці розміщується вздовж прольоту в один ряд вздовж проходу. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновальному плані. Відстань від проїзду до фронтальної сторони верстату – 1500 мм, від стін, колон до тильної сторони верстату – 700 мм.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. На плані розміщення обладнання на ділянці представлено також поперечний переріз промислової будівлі, в якій вона розташована, з вказуванням висоти прольоту, загальної висоти, висотних відміток чистої підлоги і каналів для відведення стружки, контурів основ колон, фундаментів із розмірами прив'язки обладнання до координатних осей і елементів конструкції будівлі.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1. Організація транспортного та складського господарства на дільниці.

Основними завданнями транспортного й складського господарства на дільниці є.

- своєчасне забезпечення виробництва всіма видами транспортних засобів і послуг;
- раціональна організація експлуатації транспортних засобів і піднімальних механізмів при мінімальних затратах на транспортування;
- розвиток технічної бази і механізація всіх працемістких транспортних процесів.

Структура транспортного господарства залежить від багатьох факторів. Основні з них:

- обсяги внутрішньозаводських і зовнішніх перевезень;
- рівень кооперації з транспортними організаціями;
- виробнича структура підприємства;
- тип виробництва;
- габарити і маса одиниці продукції, що випускається.

Від цих факторів залежить вибір транспортних засобів, їх кількість, виробнича структура транспортного господарства та організаційна структура управління ним.

Транспорт на машинобудівних підприємствах поділяють слідуючим чином:

- за способом дії (перервний, неперервний);

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Консульт.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

- за видом дії (залізничний: мото- і тепловози, вагони і платформи, цистерни і спеціальні вагони; безрельсовий: автомобілі, трактори, причеи, електрокари; піднімально-транспортний: ліфти, підйомники, автомобільні, тракторні та стаціонарні крани, кран - балки, лебідки тощо; підвісні дороги: канатні та моторельсові; конвеєри: стрічкові, пластинчаті, ланцюгові, скребкові, гвинтові; інші засоби: пневматичні, гідравлічні. тощо);
- за призначенням (зовнішній, внутрішньоцеховий, міжцеховий);
- за напрямком переміщення вантажів (горизонтальний, вертикальний, горизонтально-вертикальний, нахилений).

На підприємствах з великим вантажообігом створюється спеціальний транспортний відділ, який підпорядковується заступнику директора по постачанню і збуту.

Транспортний відділ має групи: планово-економічну, диспетчерську, технічну, обміну та інші, а також службу руху (забезпечення транспортними засобами), вантажну та комерційну службу (завантажувально-розвантажувальні роботи, оформлення грузових документів, облік вагонів, розрахунки з залізницею і інші), службу тяги, службу шляху та сигналізації.

На великих і середніх заводах є автотранспортний цех. На середніх і малих заводах для удосконалення організації транспорту та його використання створюють єдине транспортно-складське господарство.

Раціональна організація перевезень будується на основі вантажопотоків в масштабі підприємства та його окремих цехів і складів.

Вантажообіг - загальна кількість вантажу, який переводиться за одиницю часу (наприклад: за зміну, добу, місяць, рік).

Вантажний потік - це об'єм вантажу, який переміщується за одиницю часу між двома пунктами. Для визначення загального вантажообігу заводу у тонах на рік (добу) складається шахова відомість.

По вертикалі відомості перелічені всі склади та цехи - відправники, а по горизонталі - у тому ж порядку наведені цехи та склади - отримувачі. Кожен цех і склад поданий графою та рядком. Підсумок кожної графи показує

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



загальне надходження вантажів у даний цех, а підсумок рядка - величину відправлення вантажів з цього цеху. Сума підсумків граф та рядків за всіма цехами і складами становить величину внутрішньозаводського вантажообігу.

Базою для організації міжцехових вантажопотоків і планування роботи заводського транспорту є діаграма вантажопотоків. Діаграма дає наочне уявлення про величину і тривалість вантажопотоків і дозволяє раціонально організувати внутрішньозаводське переміщення вантажів. Цифри у кільцях показують місячний вантажопотік у тоннах.

Внутрішньозаводські перевезення за характером організації їх виконання поділяють на разові (за окремими випадковими заявками) і маршрутні (за здалегідь встановленими напрямками). Маршрутні поділяють на маятникові та кільцеві.

При маятниковій системі транспортний засіб постійно перевозить вантажі між двома пунктами (цехами, складами, площадками). Маятникові маршрути можуть бути: односторонні (вантажі перевозять в одному напрямку), двохсторонні (вантажі перевозять в двох напрямках).

Кільцева система заснована на русі транспортних засобів в одному напрямку по замкнутій лінії, на якій розміщені вантажо-розвантажувальні пункти, склади і цехи.

Розділяють кільцеві маршрути з рівномірним, затухаючим або наростаючим вантажопотоком.

Порядок розрахунку вантажопотоків:

1. Складають шахматну таблицю (відомість) вантажообігу підприємства.
2. За даними шахматної таблиці складається діаграма вантажопотоків, тобто, графічне відображення у відповідному масштабі всіх вантажопотоків на схемі генерального плану підприємства.
3. На основі аналізу діаграми вантажопотоків встановлюється оптимальна транспортна схема.

Основні завдання складського господарства:

- приймання, зберігання, облік матеріалів і регулювання їх запасів;

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видача матеріалів і напівфабрикатів у виробництво;
- зберігання і відпуск споживачам готової продукції.

Склади підприємства класифікуються за рядом ознак:

1. За сферою обслуговування склади можуть бути міжцеховими (центральною), призначеними для всіх підрозділів підприємства, та цехові (кладові), призначеними для живлення підрозділів даного цеху.

2. За участю у виробничому процесі склади поділяють на постачальницькі, що забезпечують виробництво елементами матеріально-технічного постачання; виробничі, що забезпечують напівфабрикатами власного виробництва, інструментом, запчастинами для устаткування; збутові - склади готової продукції.

3. За номенклатурою матеріальних цінностей, що зберігаються, склади поділяються на універсальні, які служать для зберігання матеріалів широкої номенклатури, та спеціалізовані - для зберігання однорідних матеріалів.

4. За характером складської площі склади поділяються на закриті, напівзакриті (що мають покриття) та відкриті. Характер складської площі та технічне спорядження складів визначаються особливостями й умовами зберігання матеріальних цінностей, режимом їх надходження та видавання.

Склади повинні відповідати фізико-хімічним вимогам матеріалів, що зберігаються, забезпечувати якомога повніше використання складської площі, зручність виконання складських операцій з врахуванням максимально можливої їх механізації, безпечної умови праці та протипожежну безпеку.

Площі складів розраховуються, виходячи з норм максимального запасу цінностей, що зберігаються. Загальна площа складу, крім корисної площі, що зайнята пристроями для зберігання матеріалів (наприклад, стелажми), включає площі під проходи та проїзди, приймально-сортувальні майданчики, службові (конторські), побутові приміщення та інші, розміри яких визначаються нормативами.

Для зниження працемісткості складських робіт, зменшення застосування ручної праці, склади споряджуються сучасною завантажувально-

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розвантажувальною, розпакувальною та пакувальною технікою, а також сортувальним та контрольно-вимірювальним устаткуванням.

Матеріальні цінності, що надходять від зовнішніх постачальників на склади, проходять кількісне та якісне приймання. Прийняті матеріали оформляються приймальним актом, а при нестачі чи невідповідності матеріалів, що надійшли, якісним вимогам, складаються рекламації та пред'являються претензії поставнику. Вироби власного виробництва проходять лише кількісне приймання.

Організація роботи складів також передбачає: підготовку до зберігання (захист від корозії, очищення, просушування тощо); зберігання матеріалів (кожний вид матеріалів повинен зберігатися при дотриманні певної температури, вологості тощо), облік матеріалів (на кожний вид (типорозмір) матеріалу заводиться облікова карта, в якій вказується прихід і розхід матеріалу, а також його залишок на складі).

## **7.2. Складання сіткового графіку планування робіт з виробництва деталі - стакан на ділянці.**

Створення і широке використання нової техніки є провідним фактором розвитку виробництва.

Незважаючи на надзвичайну різноманітність нових виробів, їх створення здійснюється в результаті виконання певного комплексу пов'язаних між собою робіт, спрямованих на реалізацію загальної мети.

При створенні будь-якого нового виробу необхідно розробити конструкцію, технологію і організувати виробництво.

Кожен з процесів розроблення має, як правило певні стадії, від науково-дослідних робіт до промислового освоєння розроблень. Виконання всіх стадій, етапів підготовки виробництва пов'язане з прийняттям інженерних рішень, які повинні базуватися на формуванні і техніко-економічному аналізі можливих варіантів.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективне виконання комплексу робіт зі створення нових виробів із високим техніко-економічним рівнем і якістю залежить в значній мірі від їх організаційного і інформаційного забезпечення, а також від прогресивних методів планування. Найбільш розповсюдженою в даний час є система сіткового планування і управління (СПУ), в якій в склад вхідної інформації включаються лише дані про часові параметри і відсутні дані про вартість робіт і ресурсів, тобто система, за допомогою якої проводиться оптимізація за часом процесу виконання комплексу робіт, які описуються однією сіткою.

Основним плановим документом в системі СПУ є сітковий графік (сіткова модель), що являє собою інформаційно-динамічну модель, в якій зображаються взаємозв'язки і результати всіх робіт, необхідних для досягнення кінцевої мети розроблення. Методика побудови графіку полягає у визначенні переліку подій, а також взаємозв'язків між ними в інтервалі між першою і останньою подіями. В першу чергу готують перелік подій, потім визначають залежність між ними, після чого приступають до формування сітки. Визначимо перелік подій для виготовлення вузла і заносимо їх в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1- Перелік подій для сіткового графіку

Номер події		Зміст події
Порядковий номер	Попередній номер	
1	-	Рішення про поставку на виробництво стакана прийняте
2	1	Технічна документація на стакан розроблено
3	2	Взірці для приймальних випробувань виготовлені
4	3	Приймальні випробування проведені
4	4	Рішення про постановку виробу на виробництво затверджено

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 7.1

6	5	Конструкторська документація за результатами приймальних випробувань відкорегована, узгоджена на технологічність і передана службам для ведення ТПВ
7	6	Регламент комплексного ТП затверджений
8	7	Норми витрат матеріалів і комплектуючих розроблені
9	8	Поставка матеріалів і комплектуючих узгоджена
10	7	Карти типових ТП розроблені
11	10, 12	Маршрутна технологія розроблена
12	7	Номенклатура необхідного обладнання, оснащення та інструменту визначена
13	11, 12	Технологічні планування затверджені
14	12	Номенклатура стандартного оснащення і інструменту визначена
15	14	Замовлення на стандартне оснащення розміщені
16	15	Поставка стандартного оснащення і інструменту проведена
17	13, 16	Оснащення випробуване
18	9	Поставка матеріалів і комплектуючих організована
19	17, 18	Технологічні процеси відпрацьовані
20	19	Установча серія виготовлена
21	20	Серійне виробництво організоване

Знаючи перелік робіт та їх взаємозв'язок, переходимо до побудови сіткового графіка. Події з'єднуємо між собою стрілками, які відображають роботу. Кожна робота оцінюється за часом.

Визначаємо критичний шлях за табличним методом. Для цього будемо таблицю 7.2.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2 - Визначення критичного шляху

Номери подій		Шляхи			
початкова	наступна	1	2	3	4
1	2	4	4	4	4
2	3	6	6	6	6
3	4	0,5	0,5	0,5	0,5
4	5	1	1	1	1
5	6	0,5	0,5	0,5	0,5
6	7	3	3	3	3
7	8	1	-	-	-
7	10	-	2	-	-
7	12	-	-	1	-
8	9	2	-	-	-
9	18	1	-	-	-
10	11	-	1	-	-
11	13	-	1,5	-	-
12	13	-	-	1,5	-
12	14	-	-	-	0,5
13	17	-	2	2	-
14	15	-	-	-	2
15	16	-	-	-	1
16	17	-	-	-	0,5
17	19	-	2	2	2
18	19	3	-	-	-
19	20	4	4	4	4
20	21	2	2	2	2
Тривалість в тижнях		28	29,5	27,5	27
			критичний		

Аналізуючи таблицю 7.2, можна зробити висновок, що критичним є другий шлях, оскільки він має максимальну тривалість – 29,5 тижнів.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.3. Визначення економічної ефективності прийнятих в проєкті рішень.

Організаційно-економічне планування виробництва передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) і його експлуатацію.

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

При цьому визначають:

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

Вихідними даними для розрахунку є:

- річна програма випуску;
- тип виробництва;
- кількість операцій механічного оброблення;
- характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт;
- маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів;
- ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Характеристика варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляються у вигляді таблиць 7.1, 7.2.

Розрахункова кількість робочих місць визначається за формулою:

$$C_p = T / \tau,$$

де  $T$  –працемісткість механічного оброблення;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого цілого і на основні цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначається за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot F_\delta \cdot k_3}{F_{\text{др}} \cdot k_6}; \quad (7.3)$$

де  $C_n$  – прийнята кількість обладнання;

$F_\delta$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$k_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання;

$F_{\text{др}}$  – дісний річний фонд часу роботи робітників;

$k_6$  – коефіцієнт багатостатного обладнання.

Кількість допоміжних робітників визначається у відсотковому відношенні до основних робітників і приймається 35-50% в крупносерійному і масовому виробництві, 18-25% в серійному і одиничному.

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу приймається 2-3%, інженерно-технічного персоналу 10-13%, лічильно-конторського персоналу 4-5% від загальної кількості робітників.

Результати розрахунків оформляються у вигляді таблиці 7.3.

При проведенні економічного аналізу визначається тривалість життєвого циклу технології і технологічна собівартість – сукупність витрат, пов'язаних з реалізацією технології.

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

$$C_{\text{то}} = M_{\text{ом}} + П_m + E_m + Z_{\text{ор}} + Z_{\text{ір}} + B_{\text{мо}} + B_{\text{нр}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{вим}} + B_{\text{нч}} + B_{\text{нл}} + B_i, \quad (7.4)$$

де  $M_{\text{ом}}$  – вартість допоміжних матеріалів для технологічних цілей;

$П_m$  – вартість технологічного палива;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$E_m$  – вартість технологічної енергії;

$Z_{op}$  – оплата праці основних виробничих робітників з відрахуваннями;

$Z_{ip}$  – оплата праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які безпосередньо забезпечують технологічний процес;

$B_{то}$  – вартість утримання та експлуатації технологічного обладнання;

$B_{до}$  – вартість утримання та експлуатації допоміжного обладнання, яке безпосередньо забезпечує даний процес;

$B_{пр}$  – витрати на утримання та експлуатації пристроїв;

$B_{ін}$  – витрати на різальний інструмент;

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

$B_{пч}$  – витрати на підготовку програм для верстатів з ЧПК та промислових роботів;

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

$B_i$  – інші елементи витрат.

Технологічна собівартість виготовлення деталі є сумою технологічних собівартостей операції за всіма цехами і дільницями, грн./дет.:

$$C_{твд} = \sum C_{то}. \quad (7.5)$$

Технологічна собівартість деталі, грн/дет.:

$$C_{тд} = M_o + \sum C_{то}; \quad (7.6)$$

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

В практичній діяльності інженера-технолога найважливіше значення має вміння правильно оцінити витрати, пов'язані з виконанням технологічної операції.

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

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для операцій механічного оброблення технологічна собівартість операції, грн.:

$$C_{то} = \Sigma H T_n / 60 \cdot 100, \quad (7.7)$$

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

$\Sigma H$  – сума нормативів, коп./год, в яку входять:

$H_{зв}$  – норматив витрат на оплату праці верстатника;

$H_{зн}$  – норматив витрат на оплату праці наладчика;

$H_{се}$  – норматив витрат на силову електроенергію;

$H_{дм}$  – норматив витрат на допоміжні матеріали;

$H_{пр}$  – норматив витрат на пристрої;

$H_{вим}$  – норматив витрат на вимірювальний інструмент;

$H_{рі}$  – норматив витрат на різальний інструмент;

$H_{ао}$  – норматив витрат на амортизацію обладнання;

$H_{пл}$  – норматив витрат на площу.

Для операцій з яскраво вираженими особливостями (спеціальне обладнання чи оснащення, працемісткі чи верстатомісткі операції, дороге унікальне обладнання, ГВС, РТК, автоматичні лінії, велика енергомісткість тощо) найприйнятнішим є детальний розрахунок окремих елементів технологічної собівартості, який дає змогу врахувати всі індивідуальні особливості даної технології та умови її реалізації.

7.3.1. Витрати на основні матеріали, грн.:

$$M_o = H_{вом} K_{тз} C_m - B_{відх} C_{від};$$

де  $H_{вом}$  – норма витрат основного матеріалу, кг;

$K_{тз}$  – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат (1,05-1,10);

$C_m$  – прејскурантна ціна 1 кг матеріалу, грн;

$B_{відх}$  – маса відходів, кг;

$C_{від}$  – ціна 1 кг відходів, грн.

Ціну відходів визначають залежно від характеру їх утилізації. Вона

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дорівнює:

– повній вартості початкового матеріалу, якщо відходи використовуються як кондиційна сировина;

– зниженій ціні початкового матеріалу, якщо йдеться про некондиційну сировину;

– ціні брухту, стружки, якщо відходи здаються як вторинна сировина.

Ціни на матеріали та відходи приймають за відповідними преїскурантами.

7.3.2. Витрати на допоміжні матеріали для технологічних цілей (луги, спирти, інертні гази тощо) враховують за всією їх номенклатурою, яка застосовується в проектному технологічному процесі, грн.:

$$M_{\text{дм}} = \sum H_{\text{вдм}} C_{\text{дм}} K_{\text{мз}};$$

де  $H_{\text{вдм}}$  – норма витрат матеріалу на процес, операцію;

$C_{\text{дм}}$  – ціна відповідної одиниці витрати матеріалу.

Витрати на паливо технологічне (для нагрівання, розплавлення та інших процесів), грн.:

$$P_m = H_{\text{вп}} C_n K_{\text{мз}};$$

де  $H_{\text{вп}}$  – норма витрати палива на процес, операцію;

$C_n$  – преїскурантна ціна відповідної одиниці палива, грн..

7.3.3. Витрати на електроенергію для технологічних цілей (нагрівання, розплавлення, електрофізичні та електрохімічні процеси, випробування тощо), грн.:

$$E_m = H_{\text{вее}} C_e;$$

де  $H_{\text{вее}}$  – норма витрат електроенергії, кВт год;

$C_e$  – ціна (середній тариф) однієї кВт год електроенергії для базового підприємства.

7.3.4. Витрати на оплату праці (з відрахуваннями) основних робітників, які забезпечують даний технологічний процес визначаються за

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежністю, грн.:

$$Z_{op} = T_n \Gamma_{mc} \chi_{br} K_{\partial n} K_{\partial v} K_{cc} / 60 H_{ob}, \quad (7.8)$$

де  $T_n$  – норма часу на виконання процесу, операції (в масовому виробництві  $T_{um}$ , в серійному –  $T_{umk}$ ), хв.;

$\Gamma_{mc}$  – годинна тарифна ставка відповідного тарифного розряду роботи по виконанню процесу, грн.;

$\chi_{br}$  – кількість чоловік в бригаді, які забезпечують даний технологічний процес;

$K_{\partial n}$  – коефіцієнт доплат за відпрацьований час;

$K_{\partial v}$  – коефіцієнт доплат за невідпрацьований час;

$K_{cc}$  – коефіцієнт відрахувань на соціальне та медичне страхування;

$H_{ob}$  – норма обслуговування верстатів, агрегатів.

Витрати на оплату праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які безпосередньо забезпечують виконання технологічного процесу, визначаються відповідно до конкретної ситуації:

а) якщо наладчику оплачується кожне налагоджене обладнання, то витрати на одну операцію складатимуть, грн.:

$$Z_{ip} = T_{нал} \Gamma_{mc} K_n K_{\partial n} K_{\partial v} K_c / \chi_p, \quad (7.9)$$

де  $T_{нал}$  – час налагодження, год.;

$\Gamma_{mc}$  – годинна тарифна ставка наладчика, грн.;

$K_n$  – кількість налагоджень на рік;

$\chi_p$  – річний обсяг операцій.

б) якщо операція виконується на верстаті, за яким постійно закріплено наладчика, грн.:

$$Z_{ip} = \Phi_{op} \Gamma_{mc} K_{\partial n} K_{\partial v} K_{cc} / H_{ob} \chi_p, \quad (7.10)$$

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

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

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в) якщо операція виконується на обладнанні, роботу якого безпосередньо забезпечує кілька працівників, то витрати на оплату праці сумуються (наприклад, у випадку оброблювального центру враховується необхідність роботи оператора, наладчика, електронника, слюсаря).

Розрахунок річного фонду зарплати оформляється у вигляді табл.7.5.

7.3.5. Витрати на утримання та експлуатацію технологічного обладнання є комплексними і включають наступні елементи, грн.:

$$B_{mo} = B_a + B_p + B_e + B_d, \quad (7.11)$$

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.

Зазначені елементи витрат відносять на технологічну собівартість виконання операції по-різному:

– якщо операція, здійснювана над конкретною деталлю, виконується на універсальному обладнанні, яке використовується також для виконання інших операцій, здійснюваних над іншими деталями, то витрати на експлуатацію технологічного обладнання відносять на собівартість операції пропорційно до норми часу  $T_n$  на її виконання;

– якщо операція виконується на спеціально спроектованому та виготовленому обладнанні, на спеціалізованому або універсальному при неможливості завантаження його іншими деталями, то всі витрати по такому обладнанню відносять лише на собівартість даної операції.

Амортизаційні відрахування по універсальному обладнанню на операцію, грн.:

$$B_{ay} = B_6 H_{ap} E_n / \Phi_{до} 60 100. \quad (7.12)$$

де  $B_6$  – балансова вартість обладнання (з урахуванням транспортних, монтажних і пусконаладжувальних робіт), грн.;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Амортизаційні відрахування на спеціальне та прирівняне до нього обладнання, грн.:

$$B_{ac} = B_{\sigma} H_{ap} / \mathcal{U}_p 100. \quad (7.13)$$

Значення  $H_{ap}$  приймаються за нормативними документами або за даними базового підприємства.

Витрати на технічне обслуговування і ремонти охоплюють витрати на всі види ремонтів, міжремонтне обслуговування і огляди. Ці витрати визначаються становлять, грн.:

– для універсального обладнання

$$B_{py} = (P_{cm} H_{vm} + P_{ce} H_{ve} + H_{bn}) T_n / \Phi_{до} 60; \quad (7.14)$$

– для спеціального обладнання

$$B_{pc} = (P_{cm} H_{vm} + P_{ce} H_{ve} + H_{bn}) T_n / \mathcal{U}_p; \quad (7.15)$$

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

$P_{ce}$  – група ремонтної складності електричної частини обладнання в ремонтних одиницях;

$H_{ve}$  – норматив річних витрат на одинцю ремонтної складності механічної частини, грн.;

$H_{bn}$  – норматив річних витрат на технічне обслуговування і ремонт пристрою програмного управління, грн.

Значення нормативів  $P_{cm}$ ,  $P_{ce}$ ,  $H_{vm}$ ,  $H_{bn}$ ,  $H_{ve}$  приймаються за даними нормативних документів.

Витрати на енергію, не враховані у попередніх розрахунках (електроенергію, пару, газ, стиснене повітря, воду для технічних потреб), залежать від виду енергоносія, який застосовується. Зокрема, витрати на

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

силову енергію на операцію визначаються за залежністю, грн.:

$$B_{ед} = P_{\partial} T_n K_{\psi} K_n \psi_e / K_{\partial} K_M 60, . \quad (7.16)$$

де  $P_{\partial}$  – сумарна потужність електродвигунів обладнання, кВт;

$K_{\psi}$  і  $K_n$  – коефіцієнти використання двигунів за часом і потужністю;

$K_{\partial}$  і  $K_M$  – коефіцієнти корисної дії електродвигунів і мережі,  $K_{\partial} = 0.8 - 0.9$ ,

$K_M = 0.9 - 0.94$ .

Потужність електродвигунів приймається за паспортними даними обладнання, значення коефіцієнтів  $K_{\psi}$  і  $K_n$  приймаються з довідкової літератури або за даними базового підприємства.

Витрати на стиснене повітря з розрахунку на операцію становлять, грн.:

$$B_{cn} = H_{вно} \psi_{cn} / 1000 = H_{внг} T_n \psi_{cn} / 1000 60, \quad (7.17)$$

де  $H_{вно}$  – норма витрат повітря з розрахунку на операцію, м<sup>3</sup>;

$H_{внг}$  – годинна норма витрати стисненого повітря, м<sup>3</sup>;

$\psi_{cn}$  – ціна 1000 м<sup>3</sup> стисненого повітря, грн (приймається за цінниками або даними базового підприємства).

Витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання (змащувально-обтиральні, масла для гідроприводів, МОР тощо) визначаються з нормативу даних витрат на 1 ремонтну одиницю, на 1 верстат, на одиницю транспортних засобів.

Для універсального обладнання, грн.:

$$B_{\partial y} = H_{в\partial m} P_{cm} T_n / \Phi_{\partial o} 60. \quad (7.18)$$

Для спеціального обладнання, грн.:

$$B_{\partial c} = H_{в\partial m} P_{cm} / \psi_p, \quad (7.19)$$

де  $H_{в\partial m}$  – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності.

Розрахунок затрат на матеріали та напівфабрикати оформляється у

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вигляді таблиці 7.8.

7.3.6. Витрати на експлуатацію технологічного оснащення, що використовується при виконанні операції, доцільно враховувати тільки по складних і дорогих пристроях і приладах. Ці витрати з розрахунку на операції становлять, грн.:

– для універсальних пристроїв (приладів):

$$B_{нпу} = B_{бпр} K_{вр} T_n / \Phi_{до} T_a 60, \quad (7.20)$$

– для спеціальних пристроїв (приладів):

$$B_{нрс} = K_{д} B_{бпр} K_{вр} / \Psi_p T_a, \quad (7.21)$$

де  $B_{бпр}$  – балансова вартість пристрою, приладу, грн.;

$K_{вр}$  – коефіцієнт витрат на утримання і ремонт;

$T_a$  – термін амортизації, років;

$K_{д}$  – 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  $K_{вр}$  і  $T_a$  приймаються за даними базового підприємства. Значення  $T_a$  для спеціальних пристроїв не повинно перевищувати тривалості життєвого циклу.

В разі використання універсально-збірного оснащення витрати на нього визначають як вартість її прокату.

Якщо універсальне оснащення застосовується лише при виконанні даної операції і використовувати його в інших технологічних процесах неможливо, то витрати на нього визначають як для спеціального оснащення.

7.3.7. Витрати на різальний інструмент, що припадають на операцію, включають витрати на заточування, ремонт і відновлення. Ці витрати

					MP 18–534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



становлять, грн.:

– на універсальний різальний інструмент:

$$B_{ину} = (C_{ин}K_{уб}K_{вр} + B_{пер})T_{маш} / T_{см}(K_{пер} + 1)60; \quad (7.22)$$

– спеціальний різальний інструмент:

$$B_{инс} = (C_{ин}K_{зб}K_{вр} + K_{пер}B_{пер})/C_pT_a, \quad (7.23)$$

де  $C_{ин}$  – вартість інструменту (в точу числі і транспортно-заготівельні витрати), грн.;

$K_{зб}$  – коефіцієнт випадкових збитків;

$K_{пер}$  – кількість переточувань;

$B_{пер}$  – витрати на переточування, грн.;

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

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

Ціни на інструмент наведені у відповідних прейскурантах. Нормативи  $K_{зб}$ ,  $K_{пер}$ ,  $T_{см}$  приймаються за даними базового підприємства.

Витрати на переточування інструменту, грн.:

$$B_{пер} = T_{пер}Г_{тс}K_{дн}K_{дв}K_{се}K_{нв}, \quad (7.24)$$

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

$K_{нв}=1,8-2,2$  – коефіцієнт, який враховує накладні витрати.

При розрахунку витрат на переточування спеціального інструменту враховується не максимально можлива кількість переточувань, а зумовлена річним обсягом робіт (операцій).

Наведені вище формули орієнтовані на суцільний інструмент. Для збірного інструменту потрібна додаткова інтерпретація цих формул. Якщо характер використання універсального інструменту подібний до використання спеціального, то витрати на його експлуатацію розраховуються, як для спеціального інструменту.

Витрати на вимірювальний інструмент визначаються за тою ж

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методикою, що і витрати на різальний інструмент. Нормативи приймаються за даними базового підприємства.

7.3.8. Витрати на розроблення і налагодження програм для верстатів з ЧПК і промислових роботів залежать від складності операції та способу розроблення програм. Рекомендації щодо методів проведення розрахунків і необхідні нормативи подані в довідниках, проте слід прагнути до використання методики і нормативів, застосованих на базовому підприємстві.

В загальному випадку дані витрати з розрахунку на одну операцію становлять, грн.:

$$B_{нг} = B_{пр}K_{вдн}/\mathcal{C}_p T_a, \quad (7.25)$$

де  $B_{пр}$  – витрати на розроблення та налагодження програм, грн.;

$K_{вдн}$  – коефіцієнт, який враховує відновлення програмноносія;

$T_a$  – термін амортизації витрат, років.

7.3.9. 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 в розрахунку на одну операцію становлять, грн.:

$$B_{плс} = P_{рм}H_{рпл}/\mathcal{C}_p, \quad (7.26)$$

для робочих місць з обладнанням універсального типу:

$$B_{плу} = P_{рм}H_{рпл}T_n/\Phi_{до}60, \quad (7.27)$$

де  $P_{рм}$  – площа робочого місця, м<sup>2</sup>;

$H_{рпл}$  – нормативи річних витрат на утримання 1 м<sup>2</sup> виробничої площі, грн., прийняті за даними базового підприємства.

На основі отриманих результатів складається кошторис цехових

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрат, який оформляється у вигляді таблиці 7.9.

Розрахунок затрат на виробництво продукції та собівартості одиниці продукції виконується окремо для кожної деталі за статтями затрат і оформляється у вигляді таблиць 7.10 і 7.11 відповідно.

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

Результати всіх розрахунків по визначенню основних техніко-економічних показників оформляються у вигляді таблиці 7.12.

В таблиці 7.13 виконано порівняння варіантів базового і проектного технологічного процесів.

Розрахунок технологічної собівартості виконання операції (комплексу операцій, оброблення деталі в цілому) за різними варіантами технології дозволяє дати найбільш обґрунтовану відповідь на питання, який з варіантів є оптимальним для конкретних техніко-економічних умов. Найкращим буде варіант, що забезпечує найменші технологічні витрати.

Якщо варіанти технології потребують великих капітальних витрат (придбання дорогого обладнання, реконструкція ділянок тощо) і йдеться про проектні варіанти технології, а не про існуючий і проектний, то оптимальний варіант технології слід шукати за критерієм мінімальних наведених витрат:

$$C_{mi}^p + \epsilon_n K_i \rightarrow \min,$$

де  $C_{mi}^p$  – річна технологічна собівартість за  $i$ -тим варіантом технології, грн,

$\epsilon_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K_i$  – капітальні вкладення за цим варіантом.

Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  $\epsilon_n$  відображає мінімально допустимий прибуток на 1 грн додаткових капітальних вкладень, що, в свою чергу, визначає нормативний

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(максимально допустимий) термін їх повернення за рахунок ними зумовленого додаткового прибутку:

$$T_n = 1 / \epsilon_n.$$

Коефіцієнт  $\epsilon_n$  визначається масштабом і характером проектних рішень, які розглядаються. Коли мова йде про заходи народногосподарського рівня, пов'язані зі значним капітальним будівництвом,  $\epsilon_n = 0,12$  ( $T_n = 8,3$  років).

Якщо мають місце значні вкладення в нову техніку, то  $\epsilon_n = 0,15$  ( $T_n = 6,7$  років). Для локальних технологічних заходів на рівні цеху, підприємства можуть задаватись жорсткіші нормативи окупності одноразових витрат (до 2-3 років).

Для технологічних заходів, які мають обмежений термін дії,

$$T_n \leq T_{жц}.$$

Річна технологічна собівартість дорівнює, грн:

$$C_m^p = C_m \cdot \chi_p,$$

де  $C_m$  технологічна собівартість виконання операції, оброблення деталі, грн,

$\chi_p$  – річний обсяг операцій (деталей).

Якщо мова йде про оптимальний проектний варіант, який призначений для заміни базового варіанту технології і забезпечує менші поточні витрати, то передбачувана річна економія від зниження витрат становитиме, грн:

$$E_{кр} = (C_{мб} - C_{мп}) \cdot \chi_p,$$

де  $C_{мб}$ ,  $C_{мп}$  – технологічна собівартість відповідно базового і проектного варіантів операції (деталі), грн.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передбачуваний річний ефект від упровадження нового варіанта технології, грн., визначається:

$$E_p = E_{кр} - \epsilon_n K_{дод}$$

де  $K_{дод}$  – додаткові капітальні вкладення, пов'язані з реалізацією проектного варіанту (включно збитки від ліквідації базового), грн.

Термін окупності додаткових капітальних витрат, роки

$$T_{ок} = K_{дод} / E_{кр}$$

Прийнятий термін окупності капітальних витрат на модернізацію технологічних процесів – два-три роки. У будь-якому разі  $T_{ок} \leq T_{жц}$ .

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

## БАЗОВИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.4 - Витрати на допоміжні матеріали

Номер операції	Найменування матеріалу чи палива	Норма розходу матеріалу, кг/рік	$K_{тз}$	Кількість верстатів, шт.	Програма випуску, шт.	Норма розходу на одну операцію	Оптимальна ціна, Г.о./кг	Матеріальні витрати на одну операцію
Стакан 57.306.01								
005	Масило	800		1		0,017	2,3	0,0397
010	Масило	800		1		0,017	2,3	0,0397
015	Масило	800	1,08	1	50000	0,017	2,3	0,0397
020	Емульсія	1300		1		0,028	0,62	0,0174
025	Емульсія	1300		1		0,028	0,84	0,0253
Сума								0,1618

					MP 18-534.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 7.5 - 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.
Стакан 57.306.01									
005	16К20Ф3	11		14		1	0,061	24	11,068
010	16К20Ф3	11		14		1	0,061	28	12,912
015	16К20Ф3	11	3,0	14	0,54	1	0,061	28	12,912
020	2Н135	4		7		1	0,061	20	4,612
025	Верстак	3		6		1	0,061	10	1,976
								Сума	43,48

Таблиця 7.6 - Розрахунок витрат на оплату праці основних виробничих робітників та інших категорій

Номер операції	$T_{ин}$ , хв	$k_{\Sigma}$	$k$	$T_{мс}$ , г.о./год	$M$	Перехідний коефіцієнт	$Z_{op} + Z_{ip}$ , г.о.
Стакан 57.306.01							
005	3,92						0,265
010	12,32						0,834
015	8,9	1,52	1,1	2,43	1	1/60	0,602
020	0,84						0,056
025	1,03						0,069
						Сума	1,826

Таблиця 7.7 - Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Номер операції	Модель верстату	Оптова ціна, Г.о.	Кількість верстатів, шт.	$H_{ар}$	Балансова вартість верстату, Г.о.	Термін окупності	Програма випуску, шт.	Коефіцієнт завантаження обладнання	Матеріальні витрати, Г.о.
Стакан 57.306.01									
005	16К20Ф3	33340	1		36674			0,867	0,387878
010	16К20Ф3	33340	1		36674			0,892	0,387878
015	16К20Ф3	33340	1	1,1	36674	7	50000	0,967	0,387878
020	2Н135	23840	1		26224			0,91	0,231141
025	Верстак	21450	1		23595			1,03	0,103984
Сума									1,498173

Таблиця 7.8 - Розрахунок витрат на ремонт та обслуговування обладнання

Номер операції	$P_{см}$	$H_{вм}$ , Г.о.	$P_{се}$	$H_{сс}$ , Г.о.	$P_{вп}$ , Г.о.	$T_n$ , хв	$\Phi_{д.о} \cdot 60$ , хв	Матеріальні витрати, Г.о.
Стакан 57.306.01								
005	17		8	101,2		24		0,771125
010	17		8	101,2		24		0,771125
015	17	354,4	8	101,2	39,6	28	249600	0,771122
020	13		8	101,2		20		0,437212
025	12		8	101,2		10		0,204407
Сума								2,954991

Таблиця 7.9 - 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.
Стакан 57.306.01					
005	24		2,6		0,468
010	24		2,6		0,468
015	28	1/60	2,6	0,45	0,546
020	20		3,2		0,480
025	10		2,1		0,195
Сума					2,157

Арк.

MP 18-534.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 7.10 - Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію пристосування

Номер операції	$T_n$ , хв	Балансова вартість, г.о.	Період окупності, років	$k_{вр}$	Кількість дублерів, шт.	Матеріальні витрати, г.о.
Стакан 57.306.01						
005	24	2900			1	0,361558
010	24	2900			1	0,361558
015	28	2900	3	1,12	1	0,422181
020	20	2800			1	0,290909
025	10	2600			1	0,135065
					Сума	1,571271

Таблиця 7.11 - Витрати на різальний 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.
Стакан 57.306.01							
005	Різець 2102-0311	1	24	0,1556	24	0,5	3,93
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
010	Різець 2102-0311	1	24	0,1556	24	0,5	3,93
	Різець 2140-4009	1	24				3,93
	ШЦ II-250-0,05	1	86				0,013651
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
015	Різець 2102-4093	1	24			0,5	4,59
	Різець 2128-4329	1	24			0,5	4,59
	Різець 2140-4009	1	24			0,5	4,59
	Різець канавочний	1	24			0,5	4,59

Арк.

MP 18-534.00.00

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата



## Продовження таблиці 7.11

	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
	ШЦ 8700-4025-06	1	86				0,01365
	Пробка (Ø58)	1	52				0,008254
	Пробка (Ø85)	1	52	0,1556	28		0,008254
	Шаблон (71)	1	30				0,004762
	Шаблон (1,9)	1	30				0,004762
	Шаблон (12)	1	30				0,004762
	Шаблон (1×45°)	1	30				0,004762
	Шаблон (4)	1	30				0,004762
	Шаблон (2,5×45°)	1	30				0,004762
	Скоба (Ø100)	1	58				0,0095
	Скоба (Ø95,3h9)	1	60				0,009524
020	Свердло (Ø11)	6	1,2	0,1556	20	0,45	0,26998
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
025	Натфель	1	10	-	10	-	0,001587
Сума							30,52335

Таблиця 7.12 - 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.
Стакан 57.306.01								
005	16К20Ф3	10,8	2,2	23,85		24		0,080706
010	16К20Ф3	3	2,2	23,85		24		0,080706
015	16К20Ф3	10,8	2,2	23,83	34,0	28	4015	0,094157
020	2Н135	3	3,2	11,55		20		0,032603
025	Верстак	10,8	2	5,44		10		0,007678
Сума								0,29585

					MP 18-534.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 7.13 - Розрахунок інших елементів витрат на виготовлення одиниці продукції

№ п/п	Статті витрат	Матеріальні витрати, г.о.
1	Черговий ремонт будівель, споруд, інтвентаря	2,56
2	Випробування, досліди та дослідження раціоналізація та винахідництво	1,32 0,93
3	Охорона праці	
4	Зношення малоцінного та швидко зношувального інвентаря	0,88 1,64
5	Інші витрати	
Сума		7,33

Таблиця 7.14 - 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	0,1618
3	Витрати на електроенергія для технологічних цілей з врахуванням витрат на силову енергію	43,48
4	Витрати на оплату праці основних виробничих робітників та робітників інших категорій	1,826
5	Витрати на амортизацію обладнання	1,498173
6	Витрати на обслуговування та ремонт обладнання	2,954991
7	Витрати на стиснуте повітря	2,157
8	Витрати на утримання та експлуатацію пристроїв	1,571271
9	Витрати на вимірювальні і різальні інструменти	30,52335
10	Витрати на експлуатацію виробничих площ	0,29585

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11	Витрати на розроблення та впровадження програм для верстатів з ЧПУ	0,4278
12	Інші витрати та витрати на брак (0,2 %)	0,532719
13	Технологічна собівартість деталі	122,2289
14	Адміністративні витрати	9,436735
15	Витрати на збут (2,5 % від технологічної собівартості деталі)	3,055
16	Прибуток (10 % від технологічної собівартості деталі)	12,22289
17	Податок на додану вартість	61,93812
18	Відпуски	208,8816

## ПРОЕКТНИЙ ВАРІАНТ

Таблиця 7.15 - 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
Стакан 57.306.01								
005	Масло	1300	1,08	1	50000	0,028	3,3	0,0926

Таблиця 7.16 - 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.
Стакан 57.306.01									
005	ОВМ21	11	3,0	14	0,54	1	0,061	55	25,364

					MP 18-534.00.00				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 7.17 - 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.
Стакан 57.306.01							
005	42.49	1,52	1,1	2,43	1	1/60	2,877

Таблиця 7.18 - Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Номер операції	Модель верстату	Оптова ціна, г.о.	Кількість верстатів, шт.	$N_{ар}$	Балансова вартість верстату, г.о.	Термін окупності	Програма випуску, шт.	Коефіцієнт завантаження обладнання	Матеріальні витрати, г.о.
Стакан 57.306.01									
005	OBM21	50000	1	1,1	55000	7	50000	1,83	1,3331

Таблиця 7.19 - Розрахунок витрат на ремонт та обслуговування обладнання

Номер операції	$P_{см}$	$N_{вм}$ , г.о.	$P_{се}$	$N_{сс}$ , г.о.	$P_{ен}$ , г.о.	$T_{н}$ , хв	$\Phi_{д.о} \cdot 60$ , хв	Матеріальні витрати, г.о.
Стакан 57.306.01								
005	26	354,4	8	101,2	39,6	55	249600	2,12754

Таблиця 7.20 - Розрахунок витрат на стиснуте повітря на операцію

Номер операції	$T_{н}$ , хв	Перехідний коефіцієнт	Норми розходу, м <sup>3</sup> /год	Вартість одного м <sup>3</sup> , г.о.	Матеріальні витрати, г.о.
Стакан 57.306.01					
005	55	1/60	3,2	0,45	1,320

					MP 18-534.00.00			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Таблиця 7.24 - Витрати на різальний та вимірювальний інструмент

Номер операції	Назва інструмента	Кількість, шт.	Вартість, г.о.	Витрати на перегочування г.о.	$T_n$ , хв	Стійкість інструменту, год	Матеріальні витрати, г.о.
Стакан 57.306.01							
005	Різець 2102-0311	1	24			0,5	3,93
	Різець 2140-4009	1	24			0,5	3,93
	Різець 2102-4093	1	24			0,5	4,59
	Різець 2128-4329	1	24			0,5	4,59
	Різець канавочний	1	24			0,5	4,59
	Різець спеціальний	1	24			0,5	6,238
	Свердло (Ø11)	6	1,2			0,45	0,26998
	ШЦ II-250-0,05	1	86				0,013651
	ШЦ I-125-0,1	1	54				0,008571
	ШЦ 8700-4025-06	1	86				0,013651
	Пробка (Ø58)	1	52	0,1556	55		0,008254
	Пробка (Ø85)	1	52				0,008254
	Шаблон (71)	1	30				0,004762
	Шаблон (1,9)	1	30				0,004762
	Шаблон (12)	1	30				0,004762
	Шаблон (1×45°)	1	30				0,004762
	Шаблон (4)	1	30				0,004762
	Шаблон (2,5×45°)	1	30				0,004762
	Скоба (Ø100)	1	58				0,0095
	Скоба (Ø95,3h9)	1	60				0,009524
Натфель	1	10				0,001587	
Сума							28,239814

						MP 18-534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



## Продовження таблиці 7.26

9	Витрати на вимірювальні і ріжучі інструменти	28,239814
10	Витрати на експлуатацію виробничих площ	0,189406
11	Витрати на розробку та впровадження програм для верстатів з ЧПУ	0,5278
12	Інші витрати та витрати на брак (0,2 %)	0,532719
13	Технологічна собівартість деталі	94,4039
14	Адміністративні витрати	9,436735
15	Витрати на збут (2,5 % від технологічної собівартості деталі)	2,360097
16	Прибуток (10 % від технологічної собівартості деталі)	9,44039
17	Податок на додану вартість	46,98554
18	Відпуски	208,8816

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1. Застосування сучасних методів техніки безпеки на машинобудівних цехах і дільницях.

До основних сучасних методів техніки безпеки в машинобудуванні, в проектному цеху, дільниці відносяться:

- застосування устаткування та установок, які відповідають категорії приміщень щодо пожежо- і вибухонебезпечності;
- суворе дотримання передбачених технологічним регламентом і паспортними даними режимів роботи устаткування, регламентів його експлуатації, оглядів, ремонтів, а також допустимих навантажень;
- оснащення устаткування та приміщень, у яких вони розташовані, автоматичними пристроями, що усувають або сигналізують про небезпечну ситуацію;
- надійна герметизація устаткування, апаратури, резервуарів і трубопроводів із речовинами, що виділяють вибухонебезпечні гази, пил, а у випадку неможливості герметизації – оснащення устаткування вмонтованими в нього місцевими відсмоктувачами;
- теплоізоляція нагрітих поверхонь устаткування та комунікацій повинна забезпечувати температуру її зовнішньої поверхні не вище 45°C;
- оснащення устаткування апаратурою періодичного та безперервного автоматичного контролю і сигналізації витікання пожежо- і вибухонебезпечних парів, газів та рідин, а також вимкнення устаткування у випадку витікання;
- оснащення устаткування засобами, що запобігають накопиченню статичної електрики і її стіканню з усіх елементів устаткування;

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Ткаченко І.Г.</i>						
<i>Консульт</i>		<i>Клепчик В.М.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

- встановлення на устаткуванні граничних норм завантаження, швидкостей ;
- оброблення, перероблення і транспортування, оснащення його апаратурою автоматичного контролю цих норм, засобами сигналізації та зупинки устаткування при перевантаженнях;
- дотримування режимів мащення та застосування мастил, які відповідають технічній характеристиці устаткування.
- з метою попередження ураження електричним струмом у випадку доторкання до корпусів приладів, корпуси повинні бути заземлені або обнулені;
- при роботі з приладом, з якого знято захисний кожух, необхідно слідкувати за тим, щоб не доторкатися одночасно до однією рукою до деталей, що знаходяться під напругою, а іншою – корпусу;
- слідкувати, щоб за необхідності роботи під струмом ручки викруток та інших інструментів були надійно ізольовані, а вільна рука не доторкалася до корпусу приладу та його елементів;
- підлога приміщення регулювальної дільниці повинна бути виконана з струмонепровідного матеріалу, наприклад із сухої деревини, а за умови присутності високої напруги за необхідності використовувати додаткові засоби захисту: діелектричні рукавички, гумові килимки, тощо.

Для попередження нещасних випадків необхідно:

- проводити інструктажі та перевіряти знання регулювальника апаратури правил техніки безпеки та надавання першої допомоги постраждалим;
- утримувати робочі міста, інструмент та одяг регулювальника в належному порядку;
- виконуючи монтажні роботи, підключати та переключати вимірювальні прилади лише при вимкненій напрузі живлення;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- не допускати сторонніх людей до робочих місць. Попереджувати випадки залишення робочих місць без нагляду при відкритому монтажі приладу, що знаходиться під напругою;
- перед увімкненням та після вимкнення апаратури з відкритим монтажем розряджати конденсатори великої ємності спеціальними приладами;
- перевіряти справність протипожежного устаткування та захисних засобів.

## **8.2. Небезпечні виробничі фактори на ділянці та заходи щодо їх зниження.**

Спроектована ділянка призначена для виробництва деталі «кришка». Для виготовлення деталі будуть використовуватися: токарно-гвинторізні верстати, токарні верстати з ЧПК, свердлильно-фрезерно-розточувальний верстат, координатно-розточувальний і вертикально- фрезерний верстат з револьверною головкою. Збирання стружки проводиться вручну. Оброблення ведеться із застосуванням ЗОР. Технологічне устаткування, в основному, універсальне. Заготовка подається на робочі місця партіями в піддоні за допомогою мостового крана вантажопідйомністю 5т, стружка з робочих місць вилучається аналогічно.

Категорії виконуваних робіт на ділянці по вазі – середньої ваги, по точності – середньої та високої точності.

На ділянці перебуває велика кількість виробничого обладнання. Нижче розглянуто основні небезпечні виробничі фактори, що мають місце при роботі на ньому.

Основними травмонебезпечними виробничими факторами, які можуть виникати в процесі оброблення деталі, є:

1. Різальні інструменти, швидкорізальні фрези, свердли. Вони можуть нанести травму, у тому числі з важким результатом, при випадковому дотику

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з ними в процесі роботи, у випадку захвату ними одягу, а також раптовому їх руйнуванню. Як правило, заводи виготовлювачі верстатів не обгороджують, і в інструкціях до верстатів не надаються рекомендації або пропозиції з їх огороження. Заводи-споживачі змушені «винаходити» такі огороження і не завжди вдало, а частіше верстати працюють без огороження. Це приводить іноді до серйозних травм. Тому доцільним буде застосування і розроблення огорожень.

2. Пристосування для закріплення оброблюваних деталей, особливо кулачкові патрони. Вони становлять небезпеку як при випадковому до них дотику, так і у випадку захвату одягу виступаючими частинами в процесі роботи верстату.

3. Оброблювана деталь. При сучасних режимах різання деталей може вириватися із закріплюючих пристроїв. Травма може бути також нанесена обробленою деталлю при її знятті з верстату вручну, без відповідних пристосувань.

4. Електричний струм. При порушенні заземлення робітник може бути уражений електричним струмом. Ураження струмом при роботі на металорізальних верстатах явище відносно рідкісне, однак, це є значною небезпекою, і огороження, блокування й заземлення, що передбачаються верстатобудівниками, повинні бути завжди в справному стані відповідно до чинних правил.

5. Приводні та передавальні механізми верстатів, особливо ходові гвинти токарних верстатів, ремінні, ланцюгові та зубчасті передачі, які можуть нанести травму в процесі налагодження, змащення і ремонту верстатів, а ходові гвинти та валики токарних верстатів становлять величезну небезпеку і у процесі експлуатації, оскільки їх огороження не передбачене заводами-виготовлювачами.

6. Металева стружка. Стрічкова (зливальна) стружка, яка утворюється при точінні та свердлінні сталей, зачіпає частини верстата й, упираючись у підлогу, звивається в петлі, заплутуючись навколо різця, деталі, супорта,

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

задньої бабки, важелів керування та інших частин верстату. Розплутування стружки викликає додаткові витрати часу, окрім того робітник зазнає небезпеки поранення рук і обличчя. Стружка сколювання, яка утворюється при точінні і фрезеруванні, а також великі пилові частки можуть травмувати очі робітника.

7. Вилітаюча стружка і пил крихких металів. Відлітаючою стружкою і пилом наносяться травми очей і опіки обличчя і рук. При обробленні крихких металів і неметалічних матеріалів повітря робочої зони забруднюється пилом оброблюваного матеріалу, що має в багатьох випадках шкідливі компоненти (свинець, берилій, азбест тощо). У цих випадках захисні окуляри та екрани на верстатах просто необхідні, але вони не вирішують зазначених проблем повністю.

8. Рухомі частини верстатів. До них відносяться: столи поздовжньо-стругальних, вертикально і горизонтально-фрезерних верстатів, повзуни шепінгів тощо. Усе це становить небезпеку, особливо за відсутності огорожувальних бар'єрів.

Для усунення і запобігання нещасних випадків на ділянці необхідно суворо дотримуватися правил і заходів, рекомендованих відповідними нормативними документами, які передбачають:

1. Передачі (ремінні, ланцюгові, зубчасті та інші), розташовані поза корпусом верстату повинні бути огорожені суцільними, з жалюзі або сітчастими покриттями залежно від необхідності спостереження за загородженим механізмом. Передбачається фарбування в сигнальні кольори рухомих складальних одиниць і огорожуючих пристроїв.

2. Органи керування верстатів необхідно оснащувати фіксаторами, які виключають випадкове їх включення або переміщення рухомих органів, а також пояснюючими написами та символами.

3. Обертальні пристрої або гладкі зовнішні поверхні за наявності виступаючих частин або поглиблень повинні мати огороження.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. Для попередження порізів стрічковою стружкою необхідна зміна її форми в процесі різання шляхом завивання у гвинтову спіраль або подрібнення на окремі елементи. Щоб подрібнена стружка не потрапила в очі робітнику, необхідно використовувати захисні екрани та окуляри.

Рівень шуму в середньому на дільниці становить 73-77 ДБ, при гранично припустимому рівні 80 ДБ.

Рівень виробничої вібрації в середньому на дільниці становить 102 ДБ при гранично припустимому рівні для даних умов у 113 ДБ. Такий рівень вібрації є допустимим, і будь-які заходи щодо його зниження не потрібні.

Концентрація пилу в середньому на дільниці становить 2,6%, як показує практика, вона дещо завищена на зварювальному пості та механічній дільниці, проте не повинна перевищувати 6,0%.

### **8.3. Розрахунок аварійного освітлення на спроектованій дільниці.**

Аварійне освітлення включають при виході з ладу робочого освітлення.

Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела й повинні забезпечувати освітленість не менше 5 % величини робочого освітлення, але не менше 2 Лк на робочих поверхнях і не менше 1 Лк на території підприємства.

Аварійне освітлення передбачається на підприємствах, де зупинка технологічних процесів може призвести до людських жертв або значних економічних втрат.

Дані для проектування аварійного освітлення проектного цеху:

- система освітлення – загальна рівномірна;
- вид освітлення – аварійне;
- тип джерела світла – лампа розжарювання;
- тип світильника – НСП 03 (60 Вт);
- лампа типу – Б 215-225-60,  $P_{л}=60\text{Вт}$ ,  $\Phi_{л}=715\text{ Лм}$ .

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо нормовану освітленість:

$$E_{ав} = 5\% E_{р.о.л.н.} \quad (8.1)$$

$$E_{ав} = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ Лк.}$$

По ГОСТу  $E_{ав}$  повинно бути не менше 2 Лк, приймаємо  $E_{ав} = 2$  Лк.

Розраховуємо кількість світильників для аварійного освітлення:

$$N_{ав} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot z \cdot S}{\Phi_n \cdot n}, \quad (8.2)$$

де  $E_n$  – нормована освітленість, Лк;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує старіння джерел світла, для ламп розжарювання  $K_3 = 1,15$ ;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $z = 1,15$ ;

$S$  – площа приміщення,  $S = 4418 \text{ м}^2$ ;

$n$  – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки у відносних одиницях.

Коефіцієнт використання світлового потоку визначається залежно від типу світильника, коефіцієнта відбиття стелі –  $\rho_c = 50\%$ , стін –  $\rho_{cm} = 30\%$  та індексу приміщення  $i$ .

Індекс приміщення  $i$  визначають за формулою:

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (8.3)$$

де  $A$  – довжина приміщення;

$B$  – його ширина;

$h_p$  – розрахункова висота підвісу світильників.

Для визначення геометричних параметрів розташування світильників необхідно враховувати наступне:

					MP 18–534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– відстань від стелі до краю світильника рекомендується приймати для світильників з лампами розжарювання -  $h_3 = 0,5 \pm 1,0$  м.

Приймаємо  $h_3 = 0,5$  м.

– висоту, на якій знаходиться розрахункова поверхня над підлогою, рекомендується приймати  $h_p = 0,8 - 1,0$  м. Приймаємо  $h_p = 1,0$  м.

Висота світильників над робочою поверхнею визначається за формулою:

$$h_p = H - h_3 - h_p; \text{ м}, \quad (8.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, яка для дільниці становить 7,8 м.

$$H_p = 7,8 - 0,5 - 1,0 = 6,3 \text{ м.}$$

$$i = \frac{4418}{6,3 \cdot (30 + 150,7)} = 3,88.$$

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку  $n = 0,42$ .

$$N_{ав} = \frac{2 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 4418}{715 \cdot 0,42} = 39 \text{ св.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні:

$$P_{вст} = P_l \cdot N_{ав} \quad (8.5)$$

$$P_{вст} = 60 \cdot 39 = 2340 \text{ Вт.}$$

Встановлена потужність ламп в приміщенні  $P_{вст} = 2340$  Вт.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



#### 8.4. Вимоги пожежної безпеки при гасінні електричних пристроїв.

При виникненні пожежі на об'єкті перша особа, яка виявила загорання, зобов'язана негайно повідомити про це телефоном пожежну охорону, начальника зміни, старшого зміни і приступити до гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння, дотримуючись при цьому правил техніки безпеки.

У свою чергу, начальник зміни про виникнення пожежі повинен негайно повідомити пожежну охорону (при цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, наявність людей), а також керівництво об'єкту. У разі потреби - викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо). Старший зміни особисто або за допомогою чергового персоналу зобов'язаний визначити місце осередку вогнища пожежі, можливі шляхи його поширення, загрозу діючому електроустаткуванню, яке опинилося в зоні пожежі.

Після визначення місця осередку вогнища пожежі старший зміни зобов'язаний:

- особисто або за допомогою чергового персоналу перевірити ввімкнення автоматичної установки пожежогасіння (при її наявності);
- ужити заходів щодо створення безпечних умов для персоналу і пожежних підрозділів при гасінні пожежі. У випадку загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- провести можливі операції на технологічних установках (вимкнення або перемикання на обладнанні, зняття напруги з електроустановок, злив масла та ін.);
- приступити до гасіння пожежі силами й засобами даного об'єкта;
- виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, яка добре знає розташування під'їзних шляхів і водоймищ;

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– при потребі - вжити заходів для охолодження водою металевих ферм і колон будівлі від пожежних кранів або стаціонарно встановлених лафетних стволів з дотриманням техніки безпеки.

Старший начальник пожежної охорони, який прибув на місце пожежі, зобов'язаний негайно зв'язатися зі старшим зміни даного об'єкту, отримати від нього дані про обставини пожежі й письмовий допуск на проведення гасіння пожежі.

Пожежні підрозділи приступають до гасіння пожежі на електроустановках після інструктажу старшим із присутніх технічних працівників або оперативно-виїздної бригади.

Під час гасіння пожежі робота пожежних підрозділів (розміщення сил і засобів пожежогасіння, зміна позицій, перехід від одних засобів пожежогасіння до інших тощо) проводиться з урахуванням вказівок старшої особи з присутніх інженерно-технічних працівників об'єкту або оперативно-виїздної бригади. У свою чергу старший з присутніх інженерно-технічних працівників або оперативно-виїздної бригади погоджує з керівником гасіння пожежі свою роботу та розпорядження, а також інформує під час гасіння пожежі про зміни в стані роботи електроустановок та іншого обладнання.

Гасіння пожежі ручними засобами в надзвичайно задимлених приміщеннях машинобудівних об'єктів (видимість менше 5 і 10 м при діаметрі sprisku відповідно 13 і 19 мм) з проникненням у них без зняття напруги з електроустановок і кабельних ліній не допускається.

Під час гасіння пожежі компактними і розпиленими водяними струменями без зняття напруги з електроустановок ствол повинен бути заземлений, а ствольник працювати в діелектричному взутті, діелектричних рукавицях і перебувати на певній відстані.

Застосування морської і сильно забрудненої води не допускається.

Гасіння пожежі в приміщеннях електроустановок, які перебувають під напругою до 10 кВ, усіма видами піни за допомогою ручних засобів

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забороняється, оскільки піна і розчин піноутворювання мають підвищену електропровідність у порівнянні з розпиленою водою.

При потребі гасіння пожежі повітряно-механічною піною з об'ємним заповненням приміщення (тунелю) піною проводиться попереднє закріплення піногенераторів, їх заземлення, а також заземлення насосів пожежних машин. Водій пожежної машини повинен працювати в діелектричних рукавицях і взутті.

Пристрої для заземлення пожежних стволів, піногенераторів і насосів пожежних машин виготовляються в необхідній кількості енергетичними об'єктами із гнучкого мідного голого проводу перерізом не менше 16 мм<sup>2</sup>. У всіх випадках довжина проводу не обмежується і визначається з необхідності допущення вільного маневрування особи, що працює пожежним стволом.

Місця заземлення пересувної пожежної техніки визначаються спеціалістами енергетичних об'єктів разом із представниками гарнізону пожежної охорони і позначаються знаком заземлення.

Необхідна кількість заземлень, діелектричного взуття, діелектричних рукавиць і місця їх зберігання визначаються керівниками об'єктів, виходячи з розрахунку подання вогнегасних засобів на електроустановки, які перебувають під напругою.

Заходити в розподільні пристрої та інші приміщення електричних пристроїв з метою гасіння пожежі особовий склад пожежних підрозділів має право лише після отримання допуску та інструктажу персоналу, який обслуговує даний пристрій.

При виникненні пожежі на об'єкті без постійного чергового персоналу гасіння пожежі пожежними підрозділами до прибуття виїзної бригади або чергового може проводитись самостійно тільки за попередньо розробленим і погодженим оперативним планом (карточкою). Разом з тим повинні бути вжиті негайні заходи для виклику експлуатаційного персоналу (оперативно-виїзної бригади).

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. ЕКОЛОГІЯ

### 9.1. Актуальність охорони навколишнього середовища.

На всіх стадіях свого розвитку людина була тісно пов'язана з навколишнім світом. Але з тих пір як з'явилося високо індустріальне суспільство, небезпечне втручання людини в природу різко підсилилося, розширився об'єм цього втручання, воно стало різноманітнішим і зараз загрожує стати глобальною небезпекою для людства. Найбільш масштабним і значним є хімічне та радіоактивне забруднення середовища невластивими їй речовинами, пилом, стічними водами.

Забруднення навколишнього середовища погіршує в першу чергу фізичні умови існування людей, крім того, зумовлює і прямі втрати робочого часу - невихід на роботу через погіршення здоров'я працівників, і непрямі - суспільство змушене відволікати частину робочої сили на запобігання або ліквідацію наслідків забруднення.

Захист навколишнього середовища - проблема загальнодержавна. Але практичні конкретні заходи для її рішення лягають головним чином на регіони. Адже вони безпосередньо страждають від порушення нормального стану середовища проживання і, до того ж, мають необхідну інформацію для відстеження обстановки і вживання заходів. Проблема вирішується головним чином шляхом наукового обґрунтування гранично припустимих рівнів забруднення навколишнього середовища з урахуванням особливостей окремих кліматичних зон і освоєння територій, екологічної оцінки й узгодження проектів будівництва великих об'єктів міжрегіонального значення, а також розроблення екологічно чистих технологій для малих підприємств.

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>ЕКОЛОГІЯ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Консульт</i>		<i>Лясота О.М.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		

Взаємодія виробничо – господарських та природних ресурсів і процесів привела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи.

Розвиток науки і техніки, що називається як науково – технічна революція, загрожує наступним:

- отруєнням повітря, води і ґрунту відходами промисловості і сільського господарства;
- гострим браком чистої води, кисню і повітря;
- браком продуктів харчування внаслідок перенаселення планети і ерозії ґрунтів;
- виснаженням мінеральних ресурсів і енергетичним голодом;
- порушення біо- і кліматичної рівноваги.

На даний час вже з'явилися такі негативні наслідки:

- вітрова та водяна ерозія ґрунтів, утворення пустель, пилові бурі;
- знищення шкідників сільськогосподарського виробництва;
- збільшення різноманітних промислових відходів;
- теплове забруднення та кліматичні катастрофи;
- суттєве зменшення води та кліматичні катастрофи;
- суттєве зменшення (виснаження) непоповнювальних сировинних ресурсів: палива, металів, будівельних матеріалів.

Значимість цих наслідків є на рівні ядерних катастроф. Сучасний екологічний стан України і всі нові небезпеки, що виникають, є наслідком дії наступних факторів:

- відомчого і технократичного мислення керівних і планових факторів;
- громадської інертності і екологічної безграмотності інженерно – технічних працівників і населення в цілому.

Згідно закону України «Про охорону навколишнього середовища» при відповідному міністерстві створена інспекція по екологічній експертизі

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектів, яка здійснює державну експертизу всіх проектів, в тому числі нової техніки, технології, матеріалів.

Так, економія 1 тони сталі дає змогу зменшити на 10тон витрати руди на 18т твердих, рідких та газоподібних відходів (серед яких бензапірен, у мільйон разів є отруйнішим за окис відходів вуглецю – речовини, яка є етанолом при співставленні викидів). Зниження витрат сталі на 25% в Україні дозволило б зупинити один гірничо – збагачувальний комбінат із відповідним зменшенням витрат ресурсів та викидів. Така ж ситуація при використанні кольорових металів, кабельної продукції та виробів радіо електротехніки.

## **9.2. Заходи по охороні навколишнього середовища.**

### **9.2.1. Викиди шкідливих речовин в атмосферу, воду та відходи виробництва дільниці механічного цеху для виготовлення стаканів.**

Джерелами забруднення атмосферного повітря називається технологічний агрегат (установка, пристрій, апарат тощо), що виділяє в процесі експлуатації шкідливі речовини.

Всі джерела викидів речовин поділяються на організовані і неорганізовані. Організований промисловий викид – викид, який надходить в атмосферу через спеціально збудовані газовідводи, повітровідводи і труби. Неорганізований називають викиди, що надходять в атмосферу у вигляді направлених потоків газу в результаті порушення герметичності обладнання, відсутності чи незадовільної роботи відсосів у місцях перенавантаження чи зберігання продукту.

У відповідності з держстандартами для кожного джерела забруднення атмосфери повітря повинні бути встановлені гранично – допустимі норми викидів, що являють собою науково – технічні нормативи.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними джерелами виділення шкідливих речовин в машинобудуванні є плавильні печі, електролізери, галтовочні барабани, фарбувальні камери, котлоагрегати, піщаноструменеві, дробометальні камери, ванни обезжирення, травлення хромування, нікелювання, фосфатування.

Речовини, які при цьому виділяються: сірчаний ангідрид, діоксид азоту, сірководень, сполуки марганцю, заліза, нікелю, хрому, магнію, алюмінію, цинку, сірчана кислота, вуглеводні.

Оброблення на верстатах в механічних цехах супроводжується виділенням пилу, стружки, туману мастил та емульсій.

Так, верстати з емульсійним охолодженням виділяють за 1 годину на 1 кВт потужності: води-150г, туману емульсора -0,063 г.

Крім того виділяються пари фенолу, формальдегіду, стиролу тощо.

Різка кольорових металів та легованих сталей супроводжується виділенням токсичних оксидів Al, Ti, Fe, Mn, Cr, в тонах на 1м різі:

- оксиду Al –  $12d$ ;
- оксиду Fe –  $0,25d$ ;
- оксиди Ti –  $3d$ ;
- оксиди – Mn –  $0,25d$ ;
- оксиди Cr –  $0,065d$  (Cr/100);

де  $d$  – товщина металу, мм;

Mn, Cr – вміст в % Mn, Cr в сталі.

На території промислових підприємств утворюють стічні води трьох видів: побутові, промислові і поверхневі.

Побутові стічні води підприємств утворюються при експлуатації на його території душових, туалетів, пралень і їдалень. Підприємство не відповідає за якість даних стічних вод і направляє їх на міські (районні) станції очищення.

Поверхневі стічні води утворюються в результаті змивання дощовою, талою водою домішок, що накопичуються на території, дахах і стінах

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих будинків. Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, стружки, пил, сажа тощо); нафтопродукти (мастила, бензин), які використовуються в електродвигунах транспортних засобів, а також органічні і мінеральні добрива, що використовуються в заводських скверах і квітниках. Кожне підприємство відповідає за забруднення водойм, тому необхідно знати об'єм стічних вод даного типу.

Поверхневі стічні води утворюються в результаті використання води в технологічних процесах. Їх кількість, склад і концентрацію домішок визначають типом підприємства, його потужністю, водами технологічних процесів, що використовуються.

90% води, якою живиться підприємство, повертається назад у водойми з різною концентрацією забруднення.

Основними видами забруднень на машинобудівних підприємствах є механічні суспензії – пісок окалина, металічна стружка і пилюка, флюси, волокна бавовни та інші мінеральні мастила – продукт перероблення висококип'ячих в'язких фракцій нафти.

Травлення є одним із способів очистки поверхні металів від окисів. Правильний розчин для сталевих заготовок складається з сірчаної чи соляної кислоти. Концентрація сірчаної кислоти в свіжому травильному розчині складає 15-20%, у відпрацьованому -2,5% (розчин вважається непридатним, коли масова концентрація сульфату заліза досягає 300-400 г/л).

Значення концентрації соляної кислоти в свіжому і відпрацьованому травильному розчині складають відповідно 12-18% та 2-4%.

Травлення завжди супроводжується промиванням водою, що проводиться для видалення з поверхні металу залишків кислоти і продуктів травлення. В сучасних травильних відділеннях часто використовують багаторазове промивання у ваннах, яке забезпечує використання води.

Таким чином, в будь-якому травильному відділенні утворюється два види стічних вод: концентровані та розведені. Перші – відходи травильних ван (відпрацьовані розчини), інші – промивні води.

					<i>MP 18-534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



У травильних відділеннях, які використовують сірчаноокислій травильний розчин, середня кількість концентрованих стічних вод сягає  $10\text{ м}^3$  на 1 тону кислоти або близько  $0,3\text{--}0,6\text{ м}^3$  на 1 тону протравленої солі. Кількість промивних вод в значній мірі залежить від системи промивання і вигляду заготовок. В звичайних умовах кількість промивних вод, які утворюються на 1 тону протравлених заготовок, може коливатись в межах від  $0,4$  до  $50\text{ м}^3$ .

Забруднення стічних вод мінеральними мастилами та іншими нафтопродуктами проходить при таких процесах, як термооброблення і обезжирення деталей, оброблення різанням, а також за рахунок витоку з системи змащування і мастило господарств. Вміст в стоках мастильних продуктів може знаходитись до  $1200\text{ мг/л}$ .

Мастило, що міститься в стічних водах, частково плаває на поверхні, частково емульговане. Розчинність мінеральних мастил у воді занадто мала і практично можна нею знехтувати.

Кількість в стоках плаваючого мастила коливається від кількох грамів до сотих грамів на 1 л води і залежить від організації технологічного процесу, стану обладнання, загальної культури виробництва. Основна частина такого мастила видаляється у води в відстійниках і нафтовловлювачах.

Емульговане мастило, яке знаходиться у воді, має вигляд завислих кульових крапельок діаметром від 1 до 100 мкм, які несуть негативний заряд і які можуть довго не спливати, що забруднює очищення. Емульсії мінеральних мастил у воді відрізняються високою стійкістю, що ускладнює очищення мастиловмісних стоків. Причинами стійкості мастильних емульсій є їх висока дисперсність і низька концентрація в стоках, а також наявність в них емульгаторів (стабілізаторів).

Мастиловмісні стічні води машинобудівних підприємств багато в чому відрізняються від нафтовмісних стоків нафтодобувної і нафтопереробної промисловості. Для них характерні низький вміст нафтопродуктів і солей,

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майже повна відсутність сірчаних кислот і азотних сполук, фенолів, сірководню. Зважаючи на підвищену стійкість мастил до окислення і перепаду  $t^0$ , очищення маловмісних стічних вод доцільно проводити методами, які передбачають регенерацію зібраних мастил і повернення їх у виробництво.

### **9.2.2. Обґрунтування заходів з охорони навколишнього середовища, вибір устаткування для вловлювання пилу, туману, очищення стічних вод.**

Очищення повітря від пилу, диму та туману.

Газові викиди містять тверді та різні завислі частинки і тому називаються аерозолями. Їх поділяють на:

- пил (розмір частинок 6-50 мкм);
- дим (розмір частинок 0,1-5 мкм);
- туман (0,-5 мкм).

Використовують у більшості випадків суху чи мокру очистку за рахунок застосування гравітаційних, інерційних, відцентрових сил та фільтрування через пристрої – пористі перетинки. В апаратах із мокрим очищенням використовують контакт газу з рідиною, внаслідок чого нерозчинні частинки збільшуються в розмірах, розчинні зникають. Широко використовують і зарядження частинок та їх рух до протилежних сухих фільтрів.

Вибір способу та апаратури для вловлювання аерозолів в першу чергу залежить від дисперсійного складу.

Апаратура для чистки аерозолів поділяється на:

- 0,05-100 мкм – фільтри волокнисті – туман;
- 5-1000 мкм- циклони  $\varnothing$ до 1 м – пил стружки.

Крім дисперсності, суттєву роль відіграють такі властивості:

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) адгезійні, тобто властивості злипання окремих частинок (підвищене злипання може вивести апарат з ладу) чим менше розмір частинок, тим більше їх питома поверхня і тим легше вони прилипають до поверхні апарату. Металічний пил відноситься до середньозлипаючого.

б) абразивні, які збільшують руйнування та вихід з ладу устаткування;

в) змочуваність – гідрофільні (добре змащуються), гідрофобні (не змочуються: графіт, вугілля, сірка).

Для очищення від газів і парів використовують: абсорбери, адсорбери, термічні окислювачі (окислювання в печах).

Очищення води. Відстоювання.

Для вловлювання із стічних вод нерозчинних забруднень використовують відстійники періодичної (контактної) і неперервної (проточної) дії. Широкого використання отримали відстійники неперервної дії.

За напрямком руху рідини в споруді відстійники поділяються на горизонтальні та вертикальні. Для очищення стічних вод широко використовують також радіальні відстійники, які є варіантом горизонтальних.

В останні роки набули поширення тонкошарові відстійники. Особливість їх полягає в тому, що відстійна зона розділяється паличковими секціями і трубчастими елементами на неглибокі шари, де забезпечується ламінарний рух освітленої води.

Залежно від призначення в технологічній схемі очисної станції відстійники поділяють на первинні і вторинні. Первинні відстійники служать для попереднього освітлення стічних вод, які просуваються на біологічне чи фізико – хімічне чищення, а вторинні – для освітлення стічних вод, які пройшли біологічне чи фізико – хімічне очищення, в деяких випадках можливе використання освітлювачів із навислим шаром осаду.

					MP 18–534.00.00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняно з міськими очисними спорудами локальні очисні споруди машинобудівних підприємств відрізняються меншими витратами – до тис.м<sup>3</sup>/добу.

Враховуючи це, а також громіздкий механізм періодичної дії для зашкрібання і видалення осаду горизонтальних відстійників, доцільно використовувати вертикальні відстійники та коридорні освітлювачі з попередньою коагуляцією завислих речовин.

### **9.3. Заходи зі зниження токсичності відпрацьованих газів, охорони навколишнього середовища та зменшення забруднення довкілля.**

При роботі двигуна у відпрацьованих газах поряд з продуктами повного згоряння міститься деяка кількість токсичних речовин. До них відносять: оксиди азоту, водню, вуглеводню.

Однією з основних причин викидів СО та СН двигунів з іскровим запалюванням – це використання збагаченої паливо-повітряної суміші на більшості режимів роботи. Тому основним напрямком вдосконалення бензинових двигунів є розроблення заходів з забезпечення їх стійкості роботи на збіднених паливо-повітряних сумішах.

Способи зниження шкідливих речовин у відпрацьованих газах:

- рециркуляція відпрацьованих газів;
- нейтралізація шкідливих речовин у процесах впуску та випуску;
- використання закритих систем вентиляції картера;
- застосування уловлювачів шкідливих речовин;
- застосування спиртових палив.

Забруднення, які поступають до навколишнього середовища можуть бути дійсного та антропогенного походження. До дійсних джерел забруднення навколишнього середовища відносять пильні бурі, вулканічні виверження, космічний пил, лісні пожежі тощо.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До джерел антропогенної дії на навколишнє середовище відносять питання промислових підприємств, транспортно–енергетичних систем, особливо підприємства кольорової металургії, які викидають в газоподібному вигляді сірководень, хлор, аміак, фтор, тощо.

В процесі виробництва утворюються тверді промислові відходи у вигляді лому, стружки, шлаків, окалини, золи, шламу з пристроїв мокрої очистки технологічних та вентиляційних викидів.

Разом з цим на навколишнє середовище діють: шуми, вібрації, теплове та радіаційне забруднення тощо.

Заходи із захисту навколишнього середовища.

Найбільш ефективною формою захисту навколишнього середовища від викидів промислових підприємств є розроблення та впровадження безвідходних та маловідходних технологічних процесів у всіх видах промисловості.

До цього часу визначилось 4 напрямки в створенні безвідходних технологічних процесів:

- розроблення безстічних технологічних систем та водооборотних циклів на базі існуючих та перспективних способів очищення стічних вод;
- переробка відходів виробництва;
- розроблення та впровадження принципово нових технологічних процесів, які дозволяють виключити створення основної кількості відходів;
- створення територіально–промислових комплексів з замкнутою структурою матеріальних потоків сировини та відходів всередині комплексу.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській роботі на тему “Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення стакана 57.306.01 з дослідженням параметрів високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК” здійснено проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі, технологічного оснащення для її виготовлення (пристосувань, налагодження, різального та вимірювального інструментів), розроблено заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також обґрунтовано економічну ефективність прийнятих конструкторсько–технологічних рішень.

Запропонований технологічний процес виготовлення деталі є більш вдосконаленим та має значні переваги перед базовим технологічним процесом. Виготовлення заготовки методом лиття в кокіль дає змогу суттєво покращити техніко-економічні показники, зменшити собівартість її виготовлення. Групування шляхом запровадження нових пристосувань дає змогу замінити два верстати на один. За допомогою цих та інших факторів отримано можливість зменшити кількість використаного обладнання, отже зменшити виробничі площі та кількість зайнятих основних робітників. Введення нового верстату дозволяє обробляти деталь на одній операції за три установи, що підвищує якість виготовлення продукції, зменшує час оброблення, працемісткість операцій.

Проведено наукові дослідження параметрів високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК, подано рекомендації щодо запровадження їх результатів в розроблений технологічний процес виготовлення деталі.

Здійснено аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП, а також здійснено техніко-економічні розрахунки двох технологічних процесів і обрано економічно вигідніший.

					<i>MP 18–534.00.00</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>					
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>			<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> <i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>					

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев. В 3-х т. Т.1. Изд. 6-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 736 с.
2. Автоматизоване проектування технологічних процесів: Навчальний посібник / С.М. Соловійов, О.Л. Ніколев, М.М. Івахненко, О.П. Гожий. – Миколаїв: Вид-во УДМТУ, 2001. – 63 с.
3. Боженко Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні / Л. І. Боженко; – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих закладів освіти / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 2001. – 296 с.
5. Виговський Г.М. Особливості конструювання фрез для високошвидкісної обробки / Г.М. Виговський // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 12–22.
6. Гевко Б.М. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої: Навчальний посібник / Б. М. Гевко, М. Г. Дичковський, А. В. Матвійчук; – К.: ТОВ «Кондор», 2009. – 220 с.
7. Гевко Б.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 8.090202 / Б.М. Гевко, Ю.Б. Капаціла, Ткаченко І.Г. – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2002. – 35 с.
8. Горбатюк Є.О. Технологія машинобудування / Є.О. Горбатюк, М.П. Мазур, А.С. Зенкін, В.Д. Каразей. - Вид.: Новий світ, 2009. – 360 с.

					<i>MP 18-534.00.00</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Пристаж І.В.</i>			<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Данильченко</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Ярема І.Т.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун А.Є.</i>				<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТмз-61</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						

9. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов. – 5-е изд./ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М.: Альянс, 2007. – 256 с.

10. Данильченко Л., Шушкевич О. Переваги застосування методів високошвидкісного оброблення в інструментальному виробництві / Збірник тез доповідей Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". - Тернопіль: ТНТУ, 2018. - С. 201-202.

11. Данильченко Л.М., Шушкевич О.Є. Дослідження особливостей високошвидкісного фрезерування складних деталей і вузлів / Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів ТНТУ ім. І. Пулюя "Актуальні задачі сучасних технологій" 26-27 листопада 2018 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2018. - С. 84-85.

12. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В.В. Бабука. – Минск: Вышая школа, 1979. – 464 с.

13. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль: ТДТУ, 2001. - 277 с.

14. Добрянський С.С. Технологія машинобудування і технологічні основи машинобудування / С.С. Добрянський, В.К. Фролов, Ю.М. Малафеев, В.М. Гриценко. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. - 72 с.

15. 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.

16. Ильянков, А. И. Технология машиностроения: Практикум и курсовое проектирование / А. И. Ильянков, В. Ю. Новиков. – М.: Издательский центр Академия, 2012. – 432 с.

17. Іщенко І. І. Оцінка економічної ефективності виробництва і затрат

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





27. Обработка материалов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В Аникин, Н.Г Бойм и др. - Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.

28. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ / Часть 2. Нормативы режимов резания.: М.: Экономика, 1990. – 474 с.

29. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г: Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль: ТНТУ, 2018. - 60 с.

30. Присташ І.В. Дослідження правил високошвидкісного оброблення на верстатах з ЧПК / Л.М.Данильченко, І.В. Присташ / Збірник тез доповідей II Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" 25-26 квітня 2019 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2019. - С. 135.

31. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник / П. О. Руденко. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.

32. Рыбак Л.А. Новые технологии высокоскоростной механической обработки на станках с параллельной кинематикой / Л.А. Рыбак, Е.В. Гапоненко, Ю.А. Мамаев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/6/7430.pdf>.

33. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

34. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

35. Соловйов С.М. Автоматизоване проектування технологічних процесів: Навчальний посібник /С.М. Соловйов, О.Л. Ніколев, М.М. Івахненко, О.П. Гожий. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 63 с.

36. Danylchenko L., Adusei Ebenezer. Features of the high-speed machining of the hard materials / Book of abstract of the International scientific and technical student's conference "Fundamental and applied sciences. Actual questions" 26th-27th of April 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. – P. 173-174.

37. Kalpakjian, S. Manufacturing engineering and technology / S. Kalpakjian. – CanadaUSA: Addison-Wesley Publishing Company, 2006. – 1320 p.

					<i>MP 18–534.00.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		