

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Технології машинобудування

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення
важеля ПС 10.10.060 з дослідженням технології обробки отворів
свердлами із механічним кріпленням пластин

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи МТМ-61

спеціальності (напряму підготовки) _____

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Михальський Є.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Комар Р.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ткаченко І.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Технології машинобудування

Освітній ступінь магістр

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д.т.н., професор

Пилипець М.І.

« » 201 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Михальському Євгену Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення важеля ПС 10.10.060 з дослідженням технології обробки отворів свердлами із механічним кріпленням пластин

Керівник проекту (роботи) Комар Роман Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «27» вересня 2019 року № 4/7-855

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі, технічні умови на виготовлення; річна програма випуску N = 6000 шт.; базовий технологічний процес виготовлення деталі «важіль ПС 10.10.060»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Аналітична частина. Науково-дослідна частина. Технологічна частина.
Конструкторська частина. 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)
Аналіз сучасного інструменту та технологій обробки отворів

свердлами із механічним кріпленням пластин (1 арк. А1).

Вплив конструктивних параметрів інструменту на режими обробки (1 арк. А1).

Складальні креслення пристроїв для механічної обробки деталі (5 арк. А1).

Схеми технологічних налагодок на операції механічної обробки (3 арк. А1).

Компонувальний план механічного цеху та план розміщення обладнання на дільниці (1 арк. А1).

РЕФЕРАТ

дипломної роботи магістра на тему:

«Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення важеля ПС 10.10.060 з дослідженням технології обробки отворів свердлами із механічним кріпленням пластин»

студента групи МТм - 61 Михальського Є.М.

Розрахунково-пояснювальна записка: 115 арк. формату А4, 26 рисунки, 25 таблиць, 21 літературне джерело, 27 аркушів формату А4 додатків; графічна частина – 11 аркушів формату А1.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі:

- проведено аналіз сучасних технологій та оснащення для обробки отворів свердлами із механічним кріпленням пластин;
- теоретично досліджено вплив конструктивних параметрів інструменту на режими і якість обробки;
- розроблено технологічний процес виготовлення, вибрано обладнання, оснащення, інструмент, розраховано припуски на обробку, режими різання та норми часу;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування систем автоматизованого проектування та охорони праці на виробництві;
- оформлено графічну частину роботи.

Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретично-емпіричний.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ВАЖІЛЬ, СВЕРДЛІННЯ, ПЛАСТИНКА, ОТВІР, МЕХАНІЧНЕ КРІПЛЕННЯ.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			РЕФЕРАТ	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар Р.В.</i>					3	
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко І.Г.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						

ЗМІСТ

Завдання на дипломну роботу магістра.....	2
Реферат.....	3
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Актуальність теми роботи.....	8
1.2 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.....	10
1.3 Методи вирішення поставленої проблеми.....	16
1.4 Висновки та постановка задач на дипломну роботу.....	18
2 Науково-дослідна частина.....	19
2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження.....	19
2.2 Оброблення результатів досліджень.....	20
2.3 Аналіз і узагальнення отриманої інформації.....	29
2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень.....	31
3 Технологічна частина.....	33
3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб.....	33
3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	36
3.3 Аналіз типу і організаційної форми виробництва.....	38
3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки.....	39
3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз.....	41
3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання.....	45
3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки.....	46

					<i>ДР 18-385.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар</i>				4	3
<i>Консульт.</i>					ЗМІСТ <i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко</i>					
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>					

3.8	Вибір різального і контрольно-вимірною інструменту.....	50
3.9	Визначення режимів різання та технічних норм часу.....	52
3.10	Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання.....	60
4	Конструкторська частина.....	64
4.1	Пристрій для фрезерування торців.....	64
4.2	Пристрій для фрезерування пазів.....	67
4.3	Кондуктор для свердління отв.Ø10 мм.....	70
5	Спеціальна частина.....	73
5.1	Аналіз можливостей застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності, їх практична реалізація.....	73
5.2	Використання інформаційних технологій для вирішення конкретних завдань наукових досліджень.....	75
5.3	Автоматизоване проектування технологічних процесів.....	79
5.4	Аналіз результатів застосування інформаційних технологій.....	81
6	Проектна частина.....	82
6.1	Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання.....	82
6.2	Визначення основних і допоміжних площ цеху і площі ділянки.....	83
6.3	Визначення основних розмірів, вибір типу і конструкції будівлі.....	86
6.4	Розробка компоновального плану цеху.....	87
6.5	Розроблення плану розміщення обладнання.....	88
7	Обґрунтування економічної ефективності.....	90
7.1	Розрахунок показників економічної ефективності проекту.....	90
7.2	Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз.....	99
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	100
8.1	Розробка заходів для зниження рівня шуму на проектованій ділянці.....	100
8.2	Розрахунок механізму автоматичного завантаження деталі на верстат....	102
8.3	Планування заходів цивільного захисту на промисловому	

підприємстві у випадку надзвичайних ситуацій	105
9 Екологія	108
9.1 Вплив машинобудівної галузі на навколишнє середовище.....	108
9.2. Забруднення які виникають в механічному цеху для виготовлення важеля ПС 10.10.060.....	110
9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля.....	112
Висновки.....	113
Перелік посилань.....	114
Додатки.....	116

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування є основною для науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства. Ефективність виробництва, його технічний прогрес та якість продукції, що випускається, в більшості залежить від розвитку нового обладнання машин, верстатів і апаратів, від застосування методів техніко-економічного аналізу, який забезпечує рішення технічних питань, економічну ефективність технологічних і конструкторських розробок.

Застосування продуктивних методів обробки, які забезпечують високу точність і якість поверхонь, використання ЕОМ та іншої техніки, використання форм організації і економіки виробничих процесів - все це спрямовано на рішення головних задач: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

Технологія машинобудування - це наука про способи виготовлення машин. У машинобудуванні розрізняють три основні складові частини: конструкторську, технологічну та експлуатаційну. Сучасний розвиток технології машинобудування вирішує два головних питання: проблема якості продукції та проблема продуктивності праці.

Розвиток технології машинобудування обумовлюється задачами, які стоять перед машинобудівною промисловістю. Ці задачі зводяться до вдосконалення технологічних процесів, вивчення нових методів виробництва, подальшого розвитку і впровадження механізації, автоматизації і комп'ютеризації виробничих процесів на базі передових досягнень науки і техніки, які забезпечують вищу продуктивність праці при належній якості і найнижчій собівартості продукції.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар</i>				7	
<i>Консульт.</i>					<i>ВСТУП</i> <i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко</i>					
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>					

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Актуальність теми роботи

Свердління є одним із найдавніших, загально відомих способів отримання отворів, але і на даний час є важливим, складним і відповідальним процесом у машинобудуванні, зокрема металообробці, який потребує постійного вдосконалення для досягнення найкращих результатів. Циліндричні отвори є поширеними конструктивними елементами корпусних деталей, важелів та інших деталей машин. Аналіз сучасних технологічних процесів оброблення деталей свідчить, що майже третину загальної трудомісткості обробки складають технологічні переходи отримання і обробки отворів.

Враховуючи, що отвори є конструктивними елементами складних конструкцій деталей машин вимоги до характеристик якості отворів не обмежуються тільки їх точністю а додатково встановлюються вимоги до точності форми, точності просторового розташування вісі отвору та параметрів шорсткості поверхні. в поперечному перерізі встановлюють точність форми отвору та відхилення від круглості; в поздовжньому перерізі – відхилення вісі отвору, конусність. Не менш важливим технологічним завданням є забезпечення заданого просторового розташування вісі отвору, а саме: паралельності відносно заданої базової поверхні, або паралельності між собою осей групи отворів; відхилення осі отвору від перпендикулярності до поверхні в якій вони обробляються, відхилення від співвісності групи отворів, які розміщуються на одній вісі в декількох стінках корпусної деталі, відхилення від заданого допуску перетину осей декількох отворів. Всі вимоги до характеристик якості необхідно приймати до уваги при проектуванні

					ДР 18-385.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар Р.В.</i>					8	11
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко І.Г.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТМ-61</i>		

технологічних операцій оброблення отворів і вони будуть визначати вибір схем базування, послідовності виконання технологічних переходів та режими різання для кожного технологічного переходу.

Проте існує проблема довговічності і надійності інструменту і на даний час для вирішення цих проблем широко застосовується інструмент із змінними швидкоріжучими пластинами.



Рисунок 1.1 – Конструктивне виконання свердла із змінною пластиною

Свердло зі змінними твердосплавними пластинами складається з корпусу з точними посадочними поверхнями під пластини і самих твердосплавних пластин, що закріплюються в корпусі за допомогою гвинтів. При втраті робоздатності свердла твердосплавна пластина-вставка у більшості конструкцій свердл легко і надійно замінюється на нову. Така можливість зміни різальної частини подовжує тривалість застосування закріплювальної частини інструменту.

Основні переваги такої інструментальної системи:

- швидка заміна твердосплавних вставок;
- відсутність потреби в наладці після заміни вставки.

Заміна вставок відбувається без зняття свердла з верстату і без зняття свердла з патрону. Вставка затискається в гнізді свердла за допомогою спеціального байонетного кріплення. Для заміни зношеної

										Арк.
										9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00					

вставки і установки нової використовують спеціальний ключ. Точність установки вставок не потребує будь-яких допоміжних дій для підналагодження свердла після заміни вставки.

1.2 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

За останні два десятиліття найбільш значні зміни в технології оброблення отворів пов'язані з вдосконаленням конструкцій осьових різальних інструментів і, в першу чергу, конструкцій свердл. Для оброблення отворів діаметром до $\varnothing 12$ мм, які виконують переважно в суцільному матеріалі, використовують свердла традиційних конструкцій – спіральні гвинтові свердла. Світові інструментальні фірми (шведські фірми SECO [15] та Sandvik Coromant [16], німецькі Arno Werkzeuge [18], Walter AG [19], Maral [20], південнокорейська компанія TaeguTec [17]) є виробниками широкої номенклатури осьових різальних інструментів.

Найбільш важливим недоліком конструкції спіральних гвинтових свердл є наявність неврівноважених радіальних складових сили різання, яку обумовлюють похибки загострювання різальних кромки свердла. Наявність неврівноважених радіальних складових сили різання визначає похибку викривлення вісі оброблюваного отвору в поздовжньому напрямку, яка зростає при збільшенні довжини оброблюваного отвору. Тому для виправлення такої похибки та забезпечення прямолінійності вісі отвору після свердління необхідно застосовувати додаткові технологічні переходи обробки [8].

Неврівноваженість радіальних складових сили різання є джерелом зміщення положення вісі отвору при врізанні свердла, що вимагає застосування засобів додаткового направлення, наприклад, кондукторних пристроїв зі спеціальними кондукторними втулками, а на верстатах з ЧПК застосування обов'язкового технологічного переходу центрування [16].

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				



Рисунок 1.2 – Конструкції різальної частини свердл із змінними пластинами

Цікавим є рішення щодо підвищення стійкості змінних пластин від Mitsubishi [21]. Зовнішня пластина для даного типу свердла зазвичай переміщається з більш високою швидкістю, ніж внутрішня пластина. Це відбивається у більш високому рівні зносу. Відповідно, внутрішня пластина

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

11

вимагає більш високого рівня стабільності і стійкості до утворення тріщин на низьких швидкостях. Цю проблему вдалося усунути за допомогою зовнішньої пластини з покриттям CVD (вакуумне напилення chemical vapour deposition), яке має більш високу зносостійкість, в поєднанні з внутрішньою пластиною з покриттям PVD (вакуумне напилення physical vapour deposition), яка має кращу стійкість до утворення тріщин і налипання стружки. Це поєднання забезпечує високу надійність і збільшує стійкість пластин. Таким чином досягається більш висока продуктивність обробки таким інструментом.



Рисунок 1.3 – Варіант конструкції свердла із змінними пластинами від Arno Werkzeuge [18]



Рисунок 1.4 – Варіант конструкції свердла із змінними пластинами від Mitsubishi [21]

Центрування, що виконується з застосуванням спеціальних центрових свердл, забезпечує найбільш точне просторове розташування вісі отвору при

										Арк.
										12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00					

виконанні свердління, що обумовлено конструктивними особливостями таких інструментів. Якщо для виконання свердління передбачається використання кондукторних пристроїв, то центрування не застосовується, оскільки точність розташування вісі отвору визначається безпосередньо кондукторною втулкою пристрою.

Другим технологічним обмеженням гвинтових спіральних свердл є невисока продуктивність оброблення такими інструментами, що визначається характеристиками інструментального матеріалу. Різальна частина спіральних гвинтових свердл переважно виготовлялась з швидкорізальних інструментальних сталей (HSS), які допускають швидкість різання для оброблення більшості конструкційних матеріалів в діапазоні $15 \leq V \leq 60$ м/хв. Вдосконалення технологічних процесів виготовлення швидкорізальних сталей, створення високолегованих сталей (легованих кобальтом *Co*, молібденом *Mo*, ванадієм *V*) підвищеної продуктивності забезпечує певне підвищення продуктивності оброблення, але не змінює її принципово. Для підвищення продуктивності оброблення отворів осьовими інструментами застосовуються різноманітні технологічні процеси нанесення на різальні кромки та робочі поверхні осьових інструментів зносостійкого покриття. Найбільш поширеними покриттями є карбід титану *TiC*, нітрид титану *TiN*, карбонітрид титану *Ti(CN)*, оксид алюмінію *Al₂O₃*, алюмонітрид титану *Ti(AlN)*, або їх певна комбінація при нанесенні багат шарових покриттів [16].

Xtra tec® B401x від Walter [19] - це високопродуктивний інструмент для свердління зі змінними пластинами P600x, що відрізняються системою Color Select. Пластини, в залежності від оброблюваного матеріалу, мають різне кольорове покриття. Фахівці Walter розробили спеціальну систему застосування різних кольорів для покриттів в залежності від певної групи матеріалів по ISO. Такий підхід дозволяє користувачам швидко встановити, який сплав використовується і для якої області застосування підходить інструмент. Також колір виступає як індикатор зносу.

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

Провідні світові виробники різального інструменту (SECO, Sandvik Coromant) пропонують широкий вибір суцільних твердосплавних сверدل з металокерамічних твердих сплавів діапазоном діаметрів від 0,3 до 30 мм. Але практичний досвід використання таких конструкцій свідчить, що вони є найбільш ефективними для оброблення отворів діаметром до 12 мм [15, 16].



Рисунок 1.5 – Конструкції сверدل із змінними пластинами від TaeguTec [17]

Дослідженнями технологічних операцій оброблення осьовими інструментами встановлено ефективні марки металокерамічних інструментальних матеріалів. Так для оброблення сірих та ковких чавунів, важкооброблюваних матеріалів та сплавів ефективним є застосування однокарбідних твердих сплавів BK8, BK10, BK10-M та BK10-OM та твердого сплаву TT7K12. Останнім часом інструментальні фірми використовують спеціальні марки твердих сплавів, які застосовуються тільки для виготовлення свердел. Використання металокерамічних твердих сплавів (МТС) для виготовлення осьових інструментів обмежується, в першу чергу, їх характеристиками міцності, оскільки процеси свердління супроводжуються значними силовими діями, а саме осьової сили та моменту свердління. Другим важливим фактором, що значно впливає на роботоздатність осьових різальних інструментів, є значне теплоутворення в зоні оброблення та складність його відведення від зони різання. Зменшення

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

температури зони різання забезпечується шляхом вдосконалення конструкцій різальних інструментів, а саме виготовленням отворів в задніх поверхнях різальної частини для підведення змащувально-охолоджувальних технологічних середовищ (ЗМОТС) безпосередньо в зону різання та застосуванням ЗМОТС, які забезпечують сприятливі умови роботи інструменту. Такі конструкції свердл дають можливість значно поліпшити умови свердління, по-перше зменшити температуру в зоні різання, по-друге забезпечити видалення стружки за рахунок підвищення тиску подачі ЗМОТС в зону різання та підвищити стійкість різального інструменту. Недоліком таких умов оброблення є великі витрати ЗМОТС, які після завершення терміну їх технологічного використання потребують екологічно безпечної утилізації, що є певною проблемою і до теперішнього часу.

Сучасним свердлильним інструментом можна ефективно обробляти отвори у самих різноманітних матеріалах, а саме від кольорових металів, вуглецевих сталей до важкооброблюваних жароміцних і загартованих сталей. В цьому важливу роль відіграє нова технологія – спеціальне зносостійке покриття, яке наноситься методом PVD. Склад і компоненти покриття є комерційною таємницею виробника [16] і, згідно його даних, таке покриття методом PVD збільшує ресурс інструменту до 50%.

Стандартні свердла з змінними багатогранними пластинами виготовляються в діапазоні розмірів від 12 до 100 мм. За технологічними даними фірми Sandvik Coromant [16] застосування конструкцій свердл із змінним пластинами дає змогу забезпечити точність оброблення отворів в діапазоні IT8-IT10 та параметрами шорсткості поверхні в діапазоні $Ra = 2,0-0,63$ мкм, що за традиційних послідовностей оброблення отворів досягається тільки після їх наступного зенкерування.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

саме центрування та дозволяють свердлити отвори в нахилених поверхнях, що принципово неможливо при застосуванні свердел традиційних конструкцій. Підвищена осьова та радіальна жорсткість свердл дозволяє обробляти частково відкриті отвори з плоскою поверхнею дна.

Кінематична схема відповідає умовам оброблення осьовими інструментами, але за результатом отримуємо поверхні, які традиційно оброблялись фрезеруванням, що свідчить про розширення технологічних можливостей осьового оброблення.

При втраті роботоздатності свердла твердосплавна пластина-вставка легко і надійно замінюється на нову. Така можливість зміни різальної частини подовжує тривалість застосування закріплювальної частини інструменту.

Основні переваги такої інструментальної системи – швидка заміна твердосплавних вставок; відсутність потреби в наладці після заміни.

Заміна вставок відбувається без зняття свердла з верстату і без зняття свердла з патрону. Вставка затискається в гнізді свердла за допомогою спеціального байонетного кріплення. Для заміни зношеної вставки і установки нової використовують спеціальний ключ. Точність установки вставок не потребує будь-яких допоміжних дій для підналагодження свердла після заміни вставки.

Нові технологічні можливості оброблення отворів створюють конструкції сверл, які оснащуються змінними багатогранними пластинами з механічним кріпленням. Такі конструкції інструментів мають високу осьову та радіальну жорсткість, що забезпечує оброблення отворів на нахилених поверхнях, а також свердління отворів зі значними перекриттями, що є принципово неможливим для спіральних свердел традиційних конструкцій.

Свердла таких конструкцій забезпечують продуктивність та ефективність оброблення на рівні твердосплавних свердел при відсутності необхідності в переточуванні та пов'язаних з ним витрат.

										Арк.
										17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДР 18-385.00.00

1.4 Висновки та постановка задач на дипломну роботу

При виконанні дипломної роботи магістра необхідно провести аналіз сучасних технологій та оснащення для обробки отворів свердлами із механічним кріпленням пластин, теоретично дослідити вплив конструктивних параметрів інструменту на режими і якість обробки, провести розробку оптимального технологічного процесу механічної обробки деталі, в якому слід усунути виявлені в базовому технологічному процесі недоліки, вибрати сучасне технологічне обладнання та необхідне оснащення, розрахувати припуски на обробку, режими різання та норми часу на виконання операцій. Необхідно провести вибір ефективного технологічного обладнання, оснащення та потрібного ріжучого інструменту для виконання операцій розробленого технологічного процесу. Сконструювати пристосування для механічної обробки, провести розрахунок похибки встановлення деталі в запропонованому пристосуванні, а також розрахунок і вибір приводу пристосування. На основі прийнятих рішень і проведених розрахунків спроектувати дільницю механічного цеху для виготовлення даного виробу.

Відповідно необхідно провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих технологічних та конструкторських рішень, визначити очікуваний економічний ефект. Крім цього розглянути питання охорони праці, екології і безпеки життєдіяльності на випадок надзвичайних ситуацій на підприємстві.

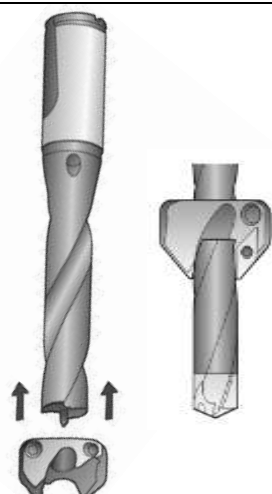
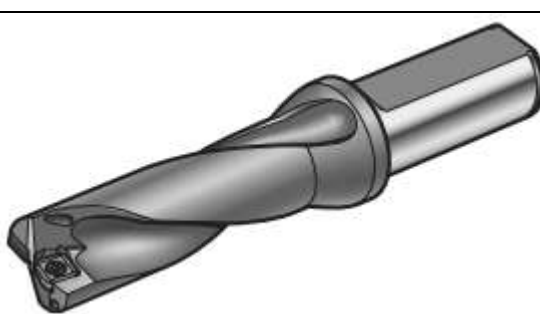
					ДР 18-385.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження

Об'єктом досліджень є технології обробки отворів сучасними конструкціями сверл від SECO [15], Sandvik Coromant [16], TaeguTec [17], Arno Werkzeuge [18], Walter AG [19], Maral [20]. Виробники вказують можливість обробки даним інструментом всіх типів матеріалів. Загальний вигляд конструкцій і основні характеристики прогресивного інструменту наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Конструкції сверл із змінними пластинками

№п/п	Загальний вигляд	Основні характеристики
1	2	3
1		<p>Seco Crownloc із знімною коронкою і фасочним модулем [15]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - глибина свердління $\leq 3 \times D$ мм; - діапазон $\varnothing 12 \dots 19,99$ мм; - квалітет точності IT 10.
2		<p>CoroDrill 880 [16]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - глибина свердління 2 - $4 \times D$ мм; - діапазон $\varnothing 14 - 29,5$ мм; - квалітет точності IT 9.

					ДР 18-385.00.00		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Михальський			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Комар Р.В.				19	14
Консульт.					ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		
Н. контр.		Ткаченко І.Г.					
Затв.		Пилипець М.І.					
					НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА		

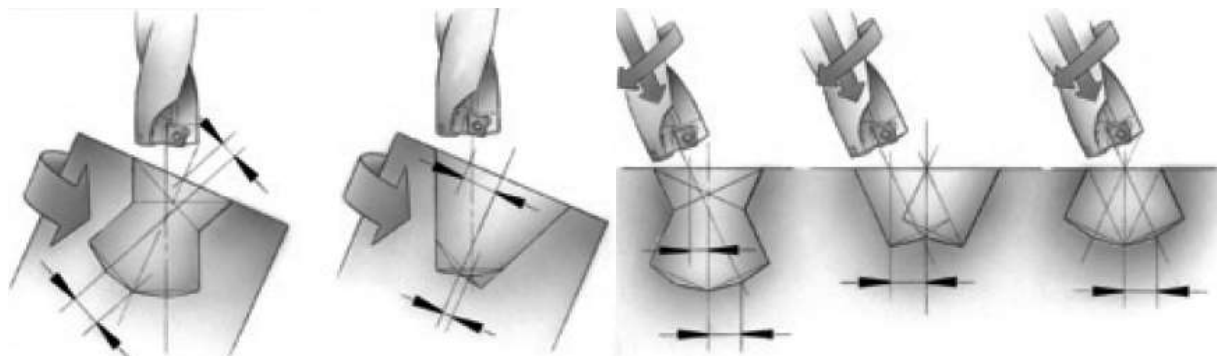


Рисунок 2.2 – Можливі форми отворів при обробці нерухомим сверлом і обертовим сверлом

Площина, з якої починається свердління має велике значення для забезпечення задовільних умов різання. Одним із способів підвищення якості обробленого отвору є правильне розташування площини входу свердла в процесі різання. Свердла з механічним кріпленням пластин дозволяють засверлюватися в похилу і криволінійну поверхні, у ввігнуту і випуклу поверхні (рис.2.3), але при відповідному зменшенні величини подачі.

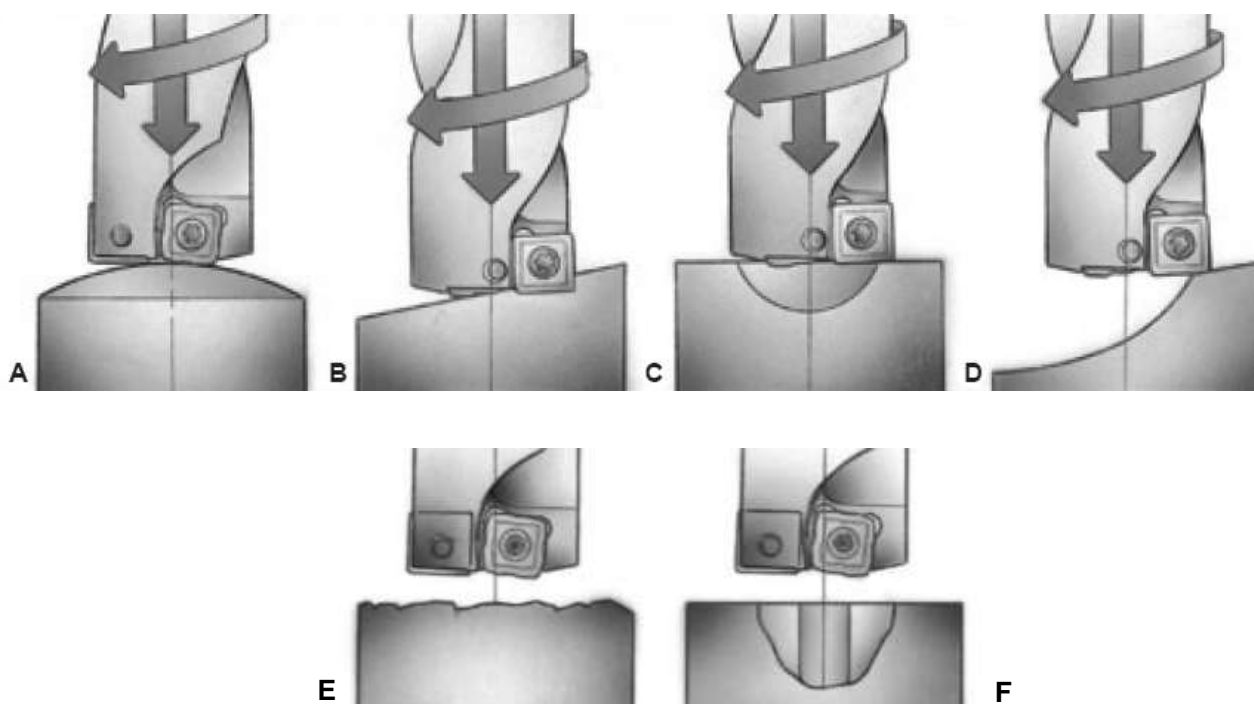


Рисунок 2.3 – Можливі варіанти врізання в поверхню сверла із механічним кріпленням пластин

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

22

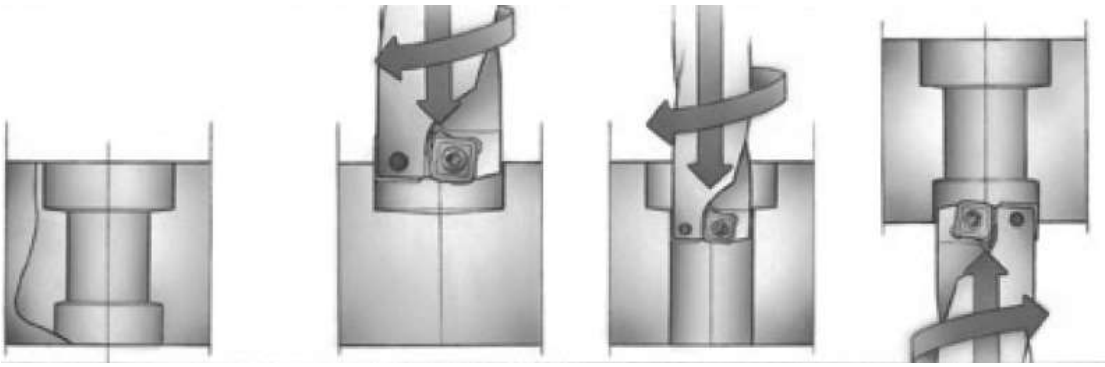


Рисунок 2.4 – Послідовність обробки ступеневих отворів сверлами із механічним кріпленням пластин

При свердлінні отворів, які перетинаються відбуватиметься вхід і вихід свердла в криволінійну поверхню. Це може стати причиною виникнення проблем з евакуацією стружки. Оптимальним способом обробки в таких умовах є свердління отвору з протилежних сторін. Якщо все-таки не вдається уникнути свердління за один прохід, необхідно забезпечити жорсткість інструмента. При виході свердла на перехресний отвір, ріжучі кромки свердла втрачають контакт із заготовкою, тому важливо забезпечити жорсткість свердла, щоб воно могло «засвердлитись» в протилежну стінку отворів, що перетинаються.

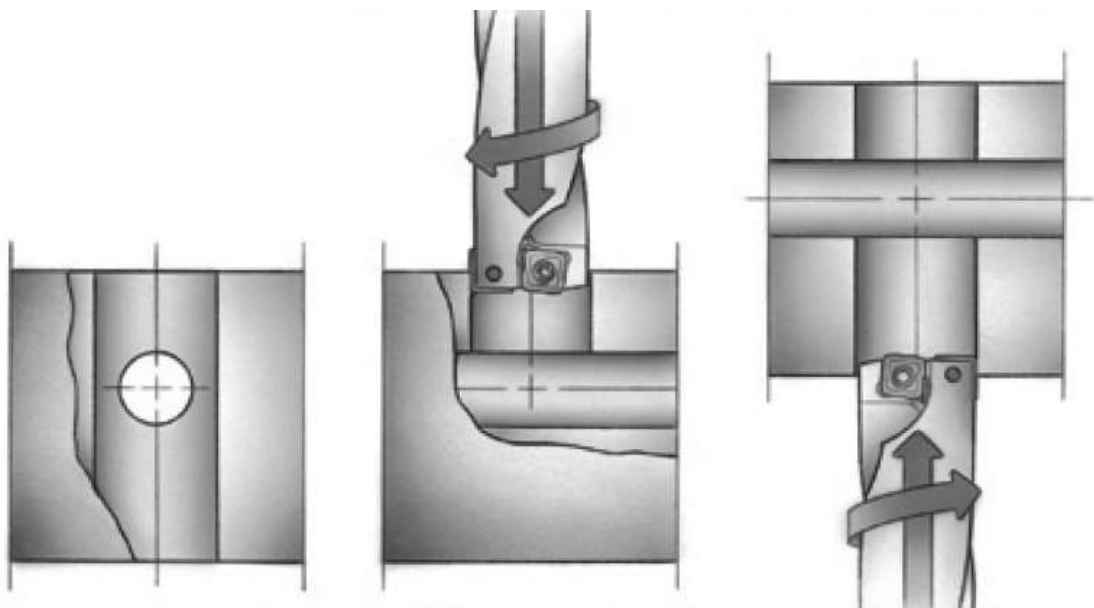


Рисунок 2.5 – Послідовність обробки отворів, що перетинаються сверлами із механічним кріпленням пластин

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

24

Якщо деталь має перпендикулярний отвір діаметром, що перевищує 1/4 діаметра свердла, то при перетині цього отвору подача повинна бути зменшена до 1/4 від рекомендованої величини.

Викришування різальних кромок може відбуватися в наступних випадках:

- зміщення осі свердла;
- «відвід» свердла, викликаний надмірним вильотом, подачею або глибиною свердління;
- недостатньо надійне закріплення пластини, через невідповідність розміру пластини і розміру посадкового гнізда або при пошкодженні гнізда і гвинта;
- недостатня жорсткість свердла через неправильне закріплення або поганий стан шпинделя;
- недостатня жорсткість верстата і заготовки;
- недостатнє підведення охолодження;
- неправильно обраний сплав або геометрія центральної або периферійної пластини.

Якщо вищерблення відбувається при роботі переточуваними свердлами із напаяними твёрдосплавними пластинами, то необхідно вибрати свердло зі змінними пластинами, особливо якщо спостерігається нестійкість процесу обробки. У деяких випадках, саме вибір свердла з більш міцною ріжучою кромкою усуне цю проблему.

Викришування пластини неприпустимо ні в яких випадках. Такий характер зносу повинен бути сигналом того, що процес обробки потребує коригування. Найбільш поширеними видами зносу під час свердління є знос по задній поверхні і лункоутворення. Перший з двох варіантів зносу є абсолютно неминучим процесом, особливо для периферійних пластин, які працюють при високих швидкостях різання. В кінцевому підсумку, це призводить до того, що пластина виходить з поля допуску розміру або не забезпечує необхідної чистоти обробки. На операціях свердління, де точність

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

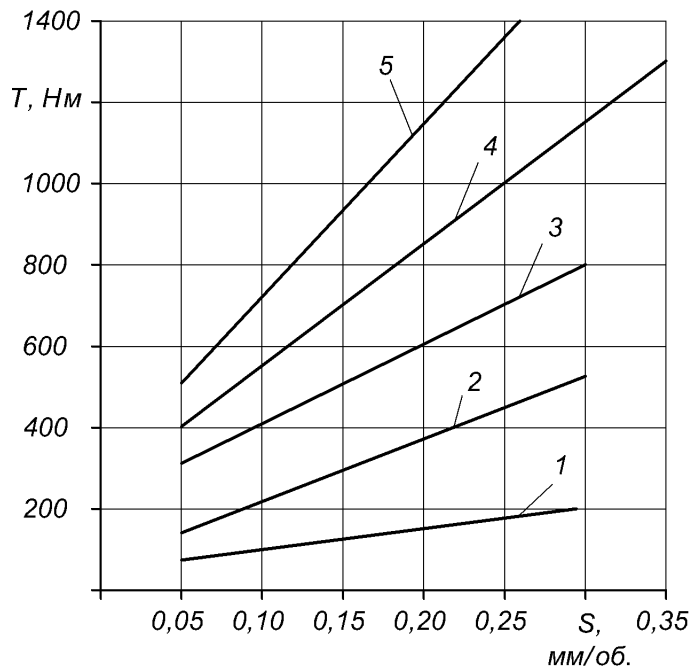


Рисунок 2.10 – Залежність крутного моменту від подачі при різних значеннях діаметра свердла: 1 - $D = 50$ мм; 2 - $D = 100$ мм; 3 - $D = 150$ мм; 4 - $D = 200$ мм; 5 - $D = 250$ мм

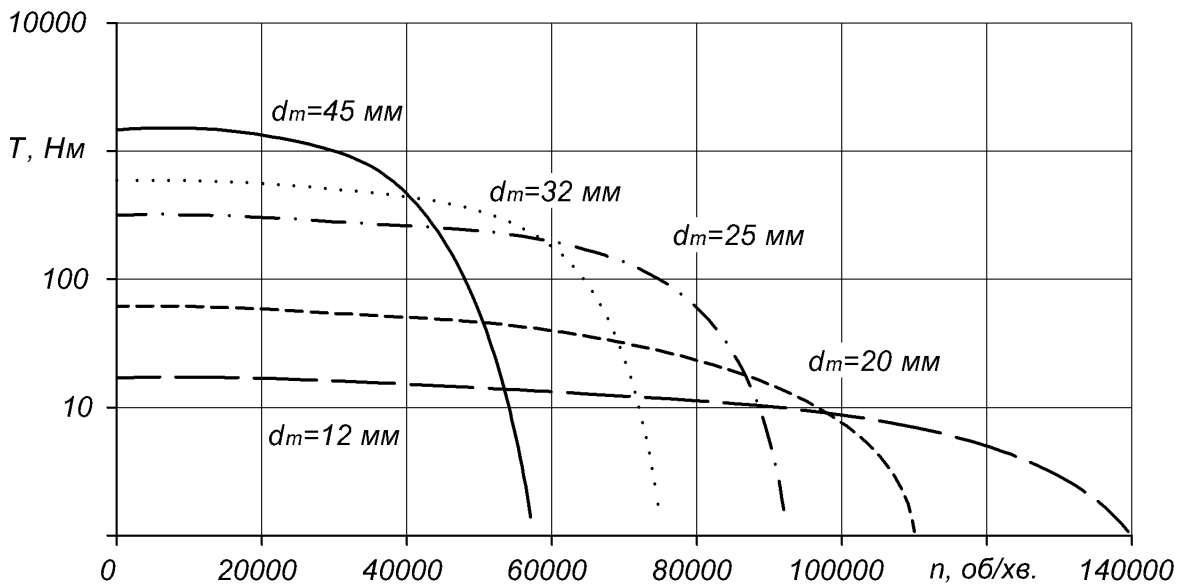


Рисунок 2.11 – Залежність крутного моменту від обертів шпинделя при різних діаметрах хвостовика

На графіках показані номінальні значення, які є орієнтовними і можуть бути скоректовані відповідно до умов обробки і оброблюваних матеріалів. На графіках наведені розрахункові значення споживаної потужності без врахування коефіцієнта корисної дії верстата і зношування свердла.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

мм/хв. У кожної пластини 4 ріжучих кромки. Крім того, необхідно враховувати, що стійкість твердосплавних пластин істотно перевищує стійкість свердла зі швидкорізальної сталі. При використанні свердл зі змінними пластинами також відпадає необхідність у переточуванні, яка забирає багато часу, особливо при свердлінні великої кількості отворів [8].

Для ефективної роботи свердлом зі змінними твердосплавними пластинами в загальному випадку потрібна наявність внутрішнього підведення ЗОР. При обробці отворів глибиною менше 1 діаметра, можливо обійтися взагалі без ЗОР. Витрата ЗОР встановлюється залежно від діаметра свердла. Номенклатура свердл зі змінними твердосплавними пластинами досить велика, і поступово акцент зміщується у бік правильного вибору та застосування металорізального інструменту. Тому при освоєнні нової технології або удосконаленні старої найкраще звернутися до фахівців відповідної компанії і отримати оптимальне рішення поставленої задачі.

2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень

Використання спеціальних сверл із змінними пластинками дозволяє підвищити продуктивність процесу оброблення та зменшити витрати на інструменти. Це досягається завдяки таким основним факторам:

- скорочення основного часу оброблення деталі;
- скорочення допоміжного часу (часу зміни інструменту та часу позиціонування при зміні інструменту);
- підвищення режимів оброблення (швидкості різання та подачі);
- збільшення стійкості інструменту;
- підвищення якості обробленої поверхні.

Сучасні свердла із змінними пластинами у порівняно зі свердлами з механічним кріпленням пластин попередніх поколінь, свердлами з напаяним

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

твердим сплавом і спіральними свердлами зі швидкорізальної сталі в діапазоні діаметрів від 12,7 до 80 мм мають наступні переваги [8]:

- скорочення часу обробки;
- зниження собівартості обробки і скорочення часу простою обладнання;
- повне використання можливостей інструменту;
- підвищення надійності обробки;
- підвищення стійкості;
- підвищення якості оброблених отворів;
- простота і зручність у використанні, зниження номенклатури інструменту;
- скорочення енерговитрат;
- можливість вести обробку в умовах недостатньої жорсткості системи ВПД;
- універсальність щодо оброблюваних матеріалів і умов обробки.

Свердла із змінними непереточуваними швидкоріжучими пластинами мають наступні характеристики:

- великі подача і швидкість різання;
- менше значення осьової складової сили різання;
- свердління отворів на максимальну можливу глибину за один прохід;
- можливість обробки одним свердлом певного діапазону діаметрів;
- можливість використання свердла в якості розточувального інструменту;
- оптимізація можливостей з вибору сплаву і геометрії пластини;
- можливість обробки матеріалів, що дають зливну стружку і нержавіючих сталей.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь «важіль ПС 10.10.060» є складовою механізму транспортування бункера протруювача зерна ПС-10А. Даний виріб служить для перенаправлення потоку зерна, яке надходить у бункер, шляхом його провертання разом із валом та лопаткою. Один кінець важеля вільно провертається на осі, а інший, посадкою із зазором, на відповідному валу приводу бункера.

Позначення поверхонь деталі показано на рисунку 3.1.

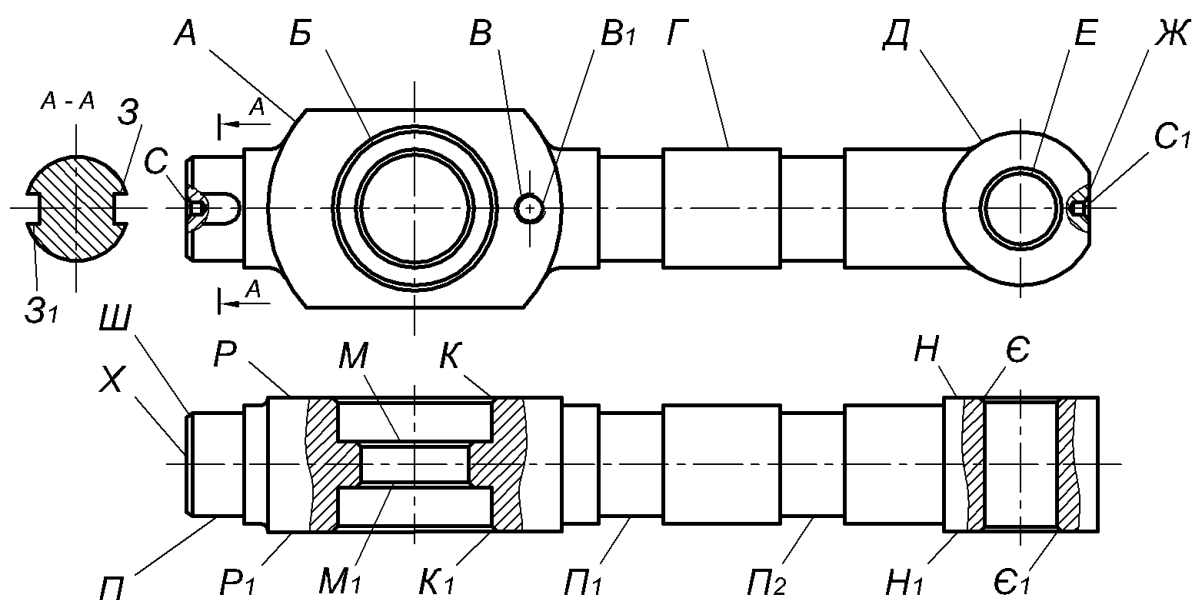


Рисунок 3.1 – Позначення поверхонь деталі

Отже, виходячи з конструктивного призначення, основними поверхнями важеля є поверхні Б, З, З₁, Е, Р, Р₁, Н, Н₁, П₁, П₂, які використовуються як установчі, центруючі і опорні. Поверхні В, В₁, К, К₁, Є, Є₁, М, М₁ – призначені для встановлення і фіксації допоміжних

					ДР 18-385.00.00		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Михальський			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Комар				33	31
Консульт.					ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		
Н. контр.		Ткаченко					
Затв.		Пилипець					
					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		

комплектуючих і деталей, служать технологічними базами.

Всі інші поверхні є допоміжними або ж формують конструкцію виробу.

Вимоги до поверхонь P , P_1 , H , H_1 відносно поверхні B це допуск на торцеве биття не більше 0,01 мм. Відхилення від круглості поверхні E не більше 0,05 мм по діаметру, шорсткість $Ra = 1,6$ мкм. Відхилення від циліндричності поверхонь Π_1 , Π_2 – не більше 0,05 мм.

Деталь виготовляється із сталі марки 35 ГОСТ 1050-88. Даний матеріал постачається у вигляді прокату, поковок з гарантованим хімічним складом і механічними властивостями. Хімічні і механічні властивості сталі 35 наведено таблицях 3.1 і 3.2 [1].

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 35 ГОСТ 1050-88

Марка матеріалу	Вміст хімічних елементів						
	C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Cr, %	Ni, %
				не більше			
Сталь 35	0,32÷0,4	0,5÷0,8	0,17÷0,37	0,04	0,04	0,25	0,25

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 35 ГОСТ 1050-88

Марка матеріалу	Характеристика					
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	НВ
Сталь 35	530	315	20	45	69	150...175

Заготовкою деталі «важіль ПС 10.10.060» є поковка групи I, отримана вільним куванням. Даний спосіб отримання заготовки не викликає труднощів, але при цьому є низькою точність розмірів заготовки, а отже доцільно підвищити її точність, що також дозволить зменшити припуски на механічну обробку відповідальних поверхонь деталі, підвищить коефіцієнт використання матеріалу і зменшить вагу заготовки. Матеріал виробу не є дефіцитним і дорогим, його механічні властивості задовольняють технологічні та експлуатаційні вимоги, відповідно в якості заготовки можна

використовувати поковку отримувану методом гарячого штампування в пресах [7].

Проведемо аналіз основних технічних вимог до поверхонь деталі із встановленням методів їх виконання та контролю. Дані аналізу технічних умов на виготовлення зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Аналіз технічних умов

Позначення	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
P, P_1, H, H_1	Торцеве биття не більше 0,01 мм; шорсткість $R_z = 80$ мкм	фрезерування спеціальному пристрої	Спеціальний контрольний пристрій, зразки шорсткості
E	Шорсткість $R_a = 1,6$ мкм; точність поверхні по 9-му квалітету; відхилення від круглості не більше 0,05 мм	Свердління в спеціальному пристрої	Зразки шорсткості, шаблон, спеціальний контрольний пристрій
Π	$\varnothing 42,93_{-0,19}$ мм; відхилення від циліндричності не більше 0,05 мм	Чистове точіння в центрах	Шаблон, спеціальний контрольний пристрій
Π_1, Π_2	Шорсткість $R_z = 80$ мкм; забезпечення діаметра $\varnothing 40_{-0,24}$ мм; відхилення від циліндричності не більше 0,05 мм	Чистове точіння в центрах	Зразки шорсткості, шаблон, спеціальний контрольний пристрій
B	Шорсткість $R_a = 6,3 \dots 12,5$ мкм; забезпечення діаметра $\varnothing 60^{+0,74}$ мм, діаметра $\varnothing 42^{+0,54}$ мм	Попереднє протягування з наступним калібруванням	Зразки шорсткості, калібр, шаблон

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

35

3.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Метою аналізу технологічності конструкції є встановлення відповідності конструктивного виконання виробу сучасному рівню розвитку техніки, ступеню економічності обробки, вибору найбільш раціональних методів виготовлення і доведення до рівня готовності. Отже, аналізуючи конструкцію деталі можна констатувати, що виріб має достатню жорсткість для механічної обробки різними ріжучими інструментами, а також її можливо закріплювати в різного роду технологічних пристроях без порушення її геометричних розмірів і форм.

Механічну обробку деталі доцільно проводити у спеціальних пристроях з установкою на пальці, призми, центри з використанням пневматичних затискних пристроїв.

Рівень технологічності конструкції по точності обробки характеризується коефіцієнтом точності, який визначається за наступною формулою [3]

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

де T_{cp} – середнє числове значення параметра точності обробки виробу

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

де T – числове значення параметра точності обробки (квалітет);

n_i - число розмірів відповідного класу точності.

$$T_{cp} = \frac{2 \cdot 6 + 7 + 11 \cdot 14}{14} \approx 12.$$

Відповідно коефіцієнт точності рівний

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$K_{T.ч} = 1 - \frac{1}{12} = 0,91$$

Рівень технологічності по шорсткості поверхні оцінюється коефіцієнтом шорсткості [3]

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

де $Ш_{cp}$ – середнє числове значення шорсткості поверхонь виробу.

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

де $Ш$ – числове значення параметра шорсткості;

n_i – кількість поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

$$Ш_{cp} = \frac{2 \cdot 80 + 4 \cdot 1,6 + 0,8 + 3 \cdot 6,3}{10} \approx 18,61.$$

Відповідно коефіцієнт шорсткості

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{18,61} = 0,95.$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м} = \frac{M_{\partial}}{M_3}, \quad (3.5)$$

де M_{∂} – маса деталі, $M_{\partial} = 2,6$ кг;

M_3 – маса заготовки, $M_3 = 5,03$ кг.

$$K_{в.м} = \frac{2,6}{5,03} \approx 0,52.$$

Аналізуючи значення коефіцієнтів технологічності можна зробити висновок, що необхідно вибрати більш технологічний спосіб отримання

					ДР 18-385.00.00	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки і призначити розрахунково-табличним способом раціональні значення припусків на механічну обробку з метою зменшення маси заготовки і підвищення коефіцієнта використання матеріалу.

3.3 Аналіз типу і організаційної форми виробництва

Згідно даних підприємства-виробника тип виробництва – серійний. Організаційну форму приймемо згідно із типом виробництва для якого нормативно встановлюється дві основні форми організації виробництва: групова і потокова.

Групова форма організації виробництва характеризується однорідністю конструктивно-технологічних ознак виробів, єдністю засобів технологічного оснащення однієї або декількох технологічних операцій і спеціалізацією робочих місць.

Потоковий метод роботи являє собою прогресивну форму організації виробництва в машинобудуванні. Найбільш ефективні результати його застосування дає в масовому виробництві, однак він впроваджується й у серійне виробництво.

Організаційну форму виробництва приймаємо – групову.

Проводимо технічне нормування робіт для дрібносерійного виробництва. Величина такту випуску [3]

$$t_e = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (3.6)$$

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

N – річна програма випуску деталей, шт.; $N = 6000$ шт.

$$t_e = \frac{4015 \cdot 60}{6000} = 40,15 \text{ хв.}$$

Кількість деталей для одночасного запуску у виробництво [3]

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (3.7)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт.; $N = 6000$ шт.

a – число днів, на яке необхідно мати запас деталей, $a = 5$;

F – число робочих днів у році, $F = 250$ днів.

$$n = \frac{6000 \cdot 5}{250} = 120 \text{ шт.}$$

3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Спосіб отримання заготовки визначається конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. Матеріалом деталі є сталь 35, відповідно заготовку можна отримати наступними способами [7]:

- а) вільним куванням;
- б) гарячим штампування в пресах.

Із можливих варіантів отримання заготовки приймається той, який після розрахунку собівартості виявиться більш економічнішим. Вартість заготовки, можна розрахувати за формулою [7]

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_O \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (3.8)$$

де C_i – базова вартість 1 тонни заготовок, грн.;

K_T, K_C, K_B, K_M, K_O – коефіцієнти, які залежать від класу точності; групи складності; маси; марки матеріалу; об'єму випуску заготовок;

Q – маса заготовки, кг;

Приблизну масу заготовки можна знайти за наступною формулою [7]

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = \gamma \cdot K_{II} \cdot V_{\partial}, \quad (3.9)$$

де γ – питома маса матеріалу, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$;

K_{II} – коефіцієнт, що враховує наявність припусків, $K_{II} = 1,02 \dots 1,5$;

V_{∂} – об'єм деталі, (об'єм деталі є сумою об'ємів її складових).

q – маса готового виробу, $q = 2,6 \text{ кг}$;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тонни відходів, $S_{\text{відх}} = 4850 \text{ грн.}$

Розрахуємо вартість проектних заготовок згідно прийнятих рішень.

Варіант 1, вільне кування: $C_i = 24500 \text{ грн.}$ $K_T = 1$; $K_C = 1$;
 $K_B = 1,2$; $K_M = 1$; $K_O = 1$ [7]; $K_{II} = 1,1$.

$$Q = 7,8 \cdot 1,5 \cdot 429,9 \approx 5030 \text{ г} = 5,03 \text{ кг}$$

$$S_{\text{заг1}} = \left(\frac{24500}{1000} \cdot 5,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (5,03 - 2,6) \frac{4850}{1000} = 136,09 \text{ грн.}$$

Варіант 2, гаряче штампування в пресах: $C_i = 35500 \text{ грн.}$; $K_T = 1$;
 $K_C = 1$; $K_B = 1,4$; $K_M = 1$; $K_O = 1$ [7]; $K_{II} = 1,02$.

$$Q = 7,8 \cdot 1,09 \cdot 439,72 = 3738,5 \text{ г} \approx 3,74 \text{ кг}$$

$$S_{\text{заг2}} = \left(\frac{35500}{1000} \cdot 2,74 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (3,74 - 2,6) \frac{4850}{1000} \approx 120,92 \text{ грн.}$$

Як бачимо з розрахунків більш економічним є варіант 2 – гаряче штампування в пресах. Економічний ефект на програму випуску визначимо шляхом співставлення двох варіантів

$$E_3 = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}}) \cdot N, \quad (3.10)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт.; $N = 6000 \text{ шт.}$

$$E_3 = (136,09 - 120,92) \cdot 6000 = 91020 \text{ грн.}$$

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, спосіб одержання заготовки гарячим штампуванням в пресах є більш економічно доцільним. Економічний ефект складе 91020 грн. Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняльні дані проектних заготовок

Характеристики заготовки	Варіант	
	перший	другий
Вид заготовки	вільне кування	гаряче штампування в пресах
Маса деталі, кг	2,6	2,6
Маса заготовки, кг	5,03	3,74
Вартість заготовки, грн.	136,09	120,92
Економічний ефект річної програми, грн.	—	91020

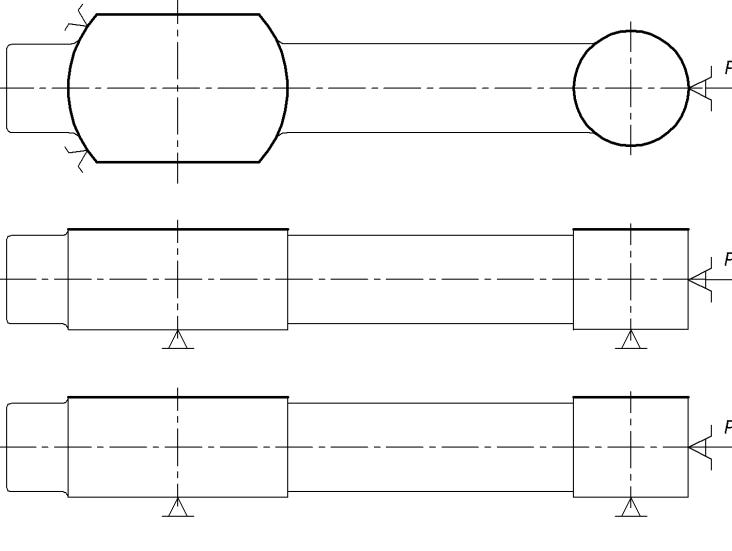
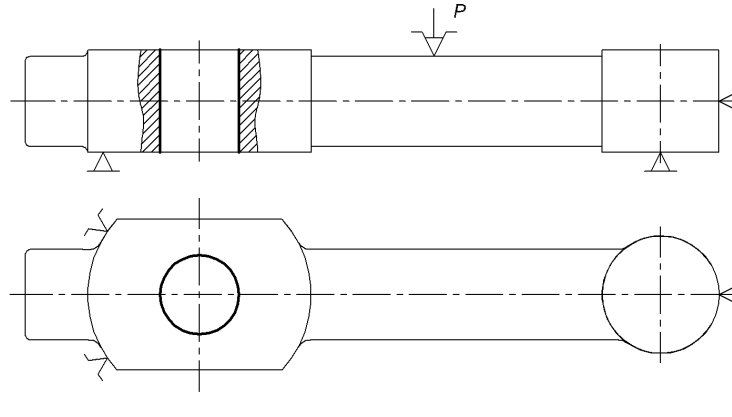
3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз

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

З точки зору зменшення собівартості виробу і затрат на попередню механічну обробку поверхні *Б* можна проводити не операціями свердлінням із наступним розсвердлюванням, а забезпечити кінцевий діаметр наступним розточуванням. Це зменшить загальний час на обробку оскільки не потрібно буде переустановлювати інструмент. Операції токарні з ЧПК доцільно замінити розточуванням на токарно-гвинторізному верстаті, це зменшить затрати на утримання обладнання (звичайний токарно-гвинторізний верстат забезпечує необхідну точність обробки, а також, як правило дешевший за

верстат з ЧПК). Операції вертикально-свердлильні можна здійснювати не на багатошпиндельному вертикально-свердлильному верстаті мод. 2С132, а на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н150. Також немає потреби у плоскошліфувальній операції – точність поверхонь, для даних умов використання виробу, можна забезпечити чистовим фрезеруванням. Немає потреби у операції калібрування. Точність і геометричну форму отвору можна забезпечити розточуванням.

Таблиця 3.5 – Схеми базування та закріплення деталі

№ опер.	Назва операції	Схема базування
1	2	3
005	Вертикально-фрезерна	
010	Вертикально-свердлильна	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

42

1	2	3
015	Вертикально-свердлильна	
020	Вертикально-свердлильна	
025	Вертикально-фрезерна	

1	2	3
030	Вертикально-свердлильна	
035	Токарна	
040	Вертикально-фрезерна	
045	Токарна	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Закінчення таблиці 3.6

1	2	3	4	5
035	Токарна 1. Точити поверхню попередньо 2. Точити поверхню із зняттям фаски 3. Точити поверхні	<i>П1, П2, Ш</i>	<i>С, С1, Е</i>	16К20
040	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати паз 2. Переустановити деталь 3. Фрезерувати паз	<i>З, З1</i>	<i>Р1, Н1, Р, Н, Е, Б, Л, Л1</i>	6Н10
045	Розточна 1. Розточити отвір 2. Зняти фаски 4. Переустановити деталь 5. Розточити отвір 6. Зняти фаски	<i>Б, К, К1, М, М1</i>	<i>С, Р1, Н1, Е, Л</i>	2А78Н
050	Слюсарна 1. Зачистити заусениці	мех. обробл.	—	—
055	Промивка 1. Промити деталь	Усі	—	2М2
060	Контрольна 1.Проконтролювати всі розміри	Усі	—	ПР1466

3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Розрахунок припусків на обробку проводимо згідно рекомендацій [3, 13]. Для наглядності даної методики проведемо розрахунок припусків та міжопераційних розмірів на обробку поверхні $II \varnothing 42,93 (-0,19)$ мм.

Технологічний маршрут обробки поверхні складається з наступних переходів:

1. Точіння чорнове;
2. Точіння чистове.

Припуски на першому переході будуть рівні:

									Арк.
									46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДР 18-385.00.00</i>				

- Для заготовки: $R_z = 150$ мкм; $T = 250$ мкм;
1. Точіння чорнове: $R_z = 100$ мкм; $T = 100$ мкм;
2. Точіння чистове: $R_z = 30$ мкм; $T = 30$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень при базуванні деталі в центрах визначимо за формулою

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (3.11)$$

де $\rho_{кор}$ – величина короблення;

$\rho_{см}$ – сумарне зміщення;

$\rho_{ц}$ – зміщення при centruванні.

Величина короблення рівна

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot L, \quad (3.12)$$

Величина питомого короблення $\Delta k = 1,5$ мкм на 1 мм [13].

Величина короблення рівна

$$\rho_{кор} = 1,5 \cdot 164 = 246 \text{ мм.}$$

Враховуючи, що сумарне зміщення представляє допуск на заготовку

$$\rho_{см} = \delta = 1600 \text{ мм;}$$

$$\rho_{ц} = \sqrt{(\delta_3/2)^2 + 0,25^2} = \sqrt{0,8^2 + 0,25^2} = 0,84 \text{ мм.}$$

Таким чином

$$\rho_z = \sqrt{246^2 + 1600^2 + 840^2} = 1824 \text{ мкм.}$$

Величина залишкового просторового відхилення після першого і другого переходів

$$P1 = 0,05\rho_z = 0,05 \cdot 1824 = 91 \text{ мкм;}$$

$$P2 = 0,05P1 = 0,05 \cdot 91 = 5 \text{ мкм.}$$

Похибка обробки при установці в центрах $\varepsilon = 0$ мкм.

Розрахунок мінімальних значень між операційних припусків проводимо за формулою (3.13).

Мінімальні значення міжопераційних припусків [13]

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (3.13)$$

Мінімальний припуск на обробку

$$2Z_{\min 1} = 2(150 + 250 + 1824) = 2 \cdot 2224 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 2} = 2(100 + 100 + 91) = 2 \cdot 291 \text{ мкм}.$$

Розрахунковий розмір d_p в таблиці заповнюємо починаючи з кінцевого розміру послідовним додаванням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

$$d_{p2} = 42,740 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 42,740 + 0,582 = 43,322 \text{ мм};$$

$$d_{p3A\Gamma} = 43,322 + 4,448 = 47,770 \text{ мм}.$$

Граничний розмір d_{\min} отримуємо по розрахункових розмірах, заокруглюючи до точності допуску відповідного переходу.

$$d_{\min 3A\Gamma} = 47,8 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 43,32 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 42,74 \text{ мм}.$$

Граничний розмір d_{\max} визначається з найменших граничних розмірів додаванням допусків відповідних переходів.

$$d_{\max 3A\Gamma} = 47,8 + 1,6 = 49,4 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 43,32 + 0,4 = 43,72 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 42,74 + 0,19 = 42,93 \text{ мм}.$$

Мінімальні граничні значення припусків $2z_{\min}^{np}$ рівні різниці найменших граничних розмірів виконуючого і попереднього розмірів, а максимальні значення $2z_{\max}^{np}$ різниці найбільших граничних розмірів.

$$2z_{\max 2}^{np} = 42,72 - 41,93 = 0,79 \text{ мм} = 790 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1}^{np} = 49,4 - 43,72 = 5,68 \text{ мм} = 5680 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 2}^{np} = 43,32 - 42,74 = 0,58 \text{ мм} = 580 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 1}^{np} = 47,8 - 43,32 = 4,48 \text{ мм} = 4480 \text{ мкм}.$$

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Загальний номінальний припуск

$$z_{0ном} = z_{0min} + H_3 - H_D = 5060 + 800 - 190 = 5670 \text{ мкм.}$$

Номінальний розмір заготовки

$$d_{3ном} = d_{Дном} + z_{0ном} = 42,93 + 5,67 = 49,6 \text{ мм.}$$

Проведемо перевірку правильності розрахункових припусків і розмірів

$$z_{max2}^{np} - z_{min2}^{np} = \delta_1 - \delta_2;$$

$$790 - 580 = 400 - 190;$$

$$210 = 210.$$

$$z_{max1}^{np} - z_{min1}^{np} = \delta_3 - \delta_1;$$

$$5680 - 4480 = 1600 - 400;$$

$$1200 = 1200.$$

– отже розрахунки проведено правильно.

Таблиця 3.7 – Розрахунок припусків граничних розмірів на обробку поверхні $\Pi \varnothing 42,93 (-0,19)$ мм

Технологічні переходи обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	150	250	1824	–	–	47,77	1600	47,8	49,4		
1. Точіння чорнове	100	100	91	–	4448	43,332	400	43,32	43,72	4480	5680
2. Точіння чистове	30	30		–	582		190	42,74	42,93	580	790
										5060	6470

Схема розміщення припусків і допусків на обробку показана на рисунку 3.2.

					ДР 18-385.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

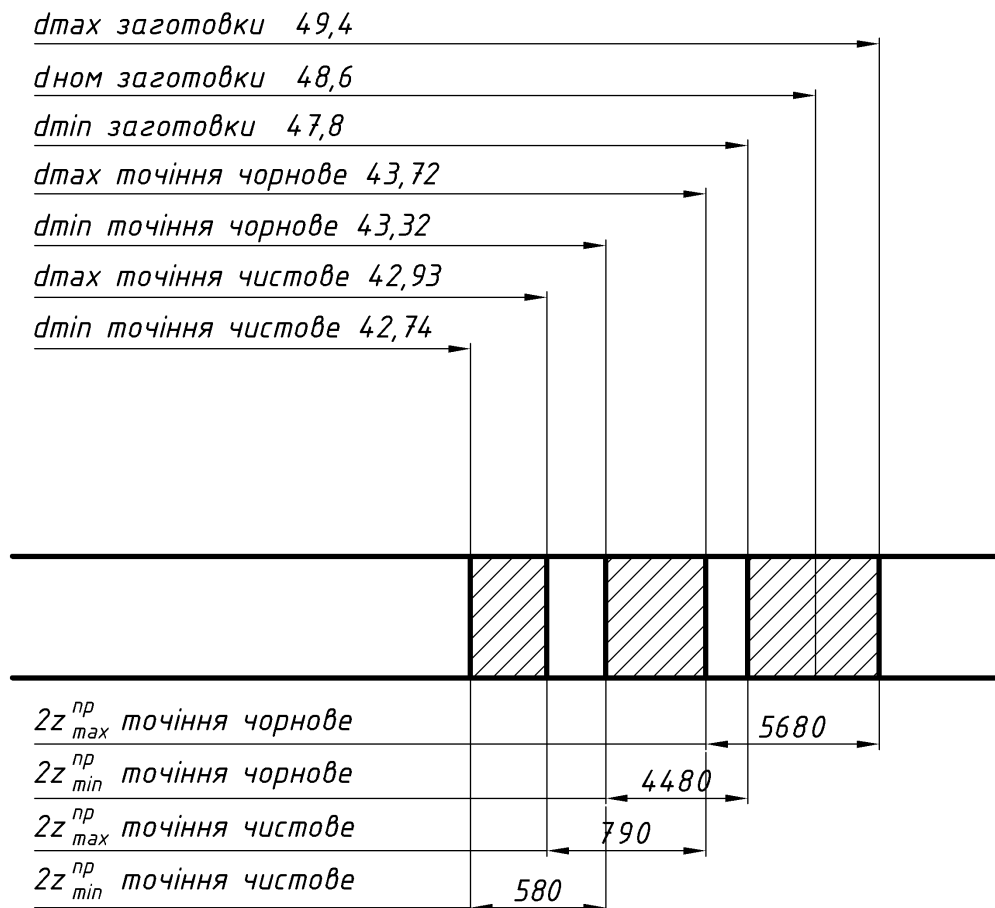


Рисунок 3.2 – Схема розміщення припусків і допусків на обробку поверхні $II \varnothing 42,93 (-0,19)$ мм

3.8 Вибір різального і контрольно-вимірною інструменту

Всі технологічні переходи маршруту механічної обробки деталі забезпечуються стандартним інструментом і засобами контролю. Вимоги до поверхонь $P, P1, H, H1$ відносно поверхні B це допуск на торцеве биття не більше 0,01 мм. Відхилення від круглості поверхні E не більше 0,05 мм по діаметру. Відхилення від циліндричності поверхні $III, II2$ не більше 0,05 мм. А для решти переходів проводимо вибір необхідного різального і вимірювального інструменту згідно даних [13, 17, 18, 19, 20] і результати заносимо в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Різальний і вимірювальний інструмент

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		різальний	вимірювальний
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна	Фреза Ø125 мм Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
010	Вертикально-свердлильна	Свердло (Ø40) Р18	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
015	Вертикально-свердлильна	Свердло (Ø28) Р18 ; зенківка Ø35 Р18	Пробка (Ø28) В12 ГОСТ 14810-69; шаблон 8371-0197 МН 1422-61
020	Вертикально-свердлильна	Свердло (Ø11) Р18; мітчик (М12)	Шаблон 8371-0197 МН 1422-61
025	Вертикально-фрезерна	Фреза Ø63 мм Р18	Шаблон 8371-0298 МН 1422-61
030	Вертикально-свердлильна	Свердло центрувальне Ø4 мм Р18	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
035	Токарна	Різець 2102-0191 Т15К6 (для пер.1); різець 2102-0192 Т15К6; різець 2102-0193 Т15К6 (для пер.2); різець 2102-0194 Т15К6 (для пер.3).	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; скоба (Ø42,93 ^{0,19}) ГОСТ 14815-69; зразки шорсткості
040	Вертикально-фрезерна	Фреза шпоночна 2234-4020 Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,1 ГОСТ 166-80

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

51

1	2	3	4
045	Розточна	Різець 2102-0195 P18; різець 2102-0196 T15K6 (для пер.1); різець 2102-0197 T15K6 (для пер.3) – 2 шт.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
050	Слюсарна	напильник 2820-0028	—
055	Промивка	корзина ПР 1709	—
060	Контрольна	—	штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; приспосіблення ДР 18-385.00.00; зразки шорсткості

3.9 Визначення режимів різання та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання проводимо розрахунково-аналітичним методом і з використанням нормативних даних.

Операція 005 – вертикально-фрезерна

Глибина різання $t = 2$ мм; кількість проходів $i = 1$; кількість зубів фрези $z = 12$; ширина фрезерування $B = 114$ мм; подача $S_z = 0,08$ мм/зуб [13].

Швидкість різання визначаємо згідно рекомендацій [13]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_\phi}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot z^n \cdot B^z}, \quad (3.14)$$

де C_v – постійний коефіцієнт, $C_v = 64,7$ [13];

D – діаметр фрези, $D = 125$ мм; q, m, x, y, n, z – показники степеня,

$q = 0,25$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,6$; $n = 0,1$; $z = 0,1$ [13];

									Арк.
									52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

T – період стійкості інструменту, $T = 180$ хв. [13];

K_m, K_n, K_u, K_ϕ – поправочні коефіцієнти, $K_m = 1$; $K_n = 0,9$; $K_u = 1,3$; $K_\phi = 1$ [13].

$$V = \frac{64,7 \cdot 125^{0,25} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1}{180^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 12^{0,1} \cdot 114^{0,1}} = 65,2 \text{ м/хв.}$$

Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (3.15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 65,2}{3,14 \cdot 125} = 166,1 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо розрахункове значення чисел обертів з паспортними даними верстата (мод.6Н10) $n = 185$ об/хв. Дійсна швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 185}{1000} = 72,6 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n. \quad (3.16)$$

Після підстановки даних отримаємо

$$S_m = 0,08 \cdot 12 \cdot 185 \approx 178 \text{ мм/хв.}$$

Ефективну потужність різання розрахуємо за формулою [13]

$$N_e = \frac{P \cdot V}{60 \cdot 102}, \quad (3.17)$$

де P – колова сила різання, Н

$$P = C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z \cdot B^z \cdot D^q, \quad (3.18)$$

де C_p – постійний коефіцієнт, $C_p = 68$ [13];

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q, x, y, z – показники степеня, $q = 0,35$; $x = 0,86$; $y = 0,74$; $z = 1$ [13].

$$P = 68 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,08^{0,74} \cdot 12 \cdot 114^1 \cdot 125^{0,35} = 14,35 \text{ кН.}$$

Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{14,35 \cdot 72,6}{60 \cdot 102} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Основний час

$$T_o = \frac{L}{S_m}, \quad (3.19)$$

де L – загальна довжина різання, мм.

$$L = B_L + y_1 + y_2, \quad (3.20)$$

де B_L – довжина фрезерування, $B_L = 320$ мм;

y_1 – величина підводу інструменту, $y_1 = 10$ мм;

y_2 – величина перебігу інструменту, $y_2 = 10$ мм.

$$L = 320 + 10 + 10 = 340 \text{ мм;}$$

$$T_o = \frac{340}{178} \approx 1,91 \text{ хв.}$$

Операція 010 – вертикально-свердлильна

Глибина різання $t = 0,5D = 0,5 \cdot 40 = 20$ мм; кількість проходів $i = 1$;
подача $S = 0,2$ мм/об [13]. Швидкість різання [13]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (3.21)$$

де C_v – постійний коефіцієнт, $C_v = 8,9$ [13];

D – діаметр свердла, $D = 40$ мм;

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q, m, y – показники степеня, $q = 0,35$; $m = 0,2$; $y = 0,6$ [13];

T – період стійкості інструменту, $T = 60$ хв. [13];

K_v – поправочний коефіцієнт, $K_v = 0,72$ [13].

$$V = \frac{8,9 \cdot 40^{0,35}}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,6}} \cdot 0,72 = 27,09 \text{ м/хв.}$$

Число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 27,09}{3,14 \cdot 40} = 215,7 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо розрахункове значення чисел обертів з паспортними даними верстата (мод.1Н150) $n = 225$ об/хв. Дійсна швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 225}{1000} \approx 28,3 \text{ м/хв.}$$

Ефективність потужність різання [13]

$$N_e = \frac{M_K \cdot n}{975 \cdot 1000}, \quad (3.22)$$

де M_K – крутний момент, Н

$$M_K = C_m \cdot D^{2,0} \cdot S^y \cdot K_m, \quad (3.23)$$

де C_m – постійний коефіцієнт, $C_m = 16$ [13];

y – показник степеня, $y = 0,8$ [13];

K_m – поправочний коефіцієнт, $K_m = 0,78$ [13].

$$M_K = 16 \cdot 40^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,78 \approx 5510 \text{ Н·м.}$$

Ефективна потужність різання

$$N_e = \frac{5510 \cdot 225}{975 \cdot 1000} \approx 1,27 \text{ кВт.}$$

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (3.24)$$

де L – загальна довжина різання, мм;

$$L = t + y_1 + y_2, \quad (3.25)$$

де t – довжина різання, $t = 52$ мм;

y_1 – величина підводу інструменту, $y_1 = 10$ мм;

y_2 – величина перебігу інструменту, $y_2 = 10$ мм.

$$L = 52 + 10 + 10 = 72 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{72}{225 \cdot 0,2} = 1,7 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів різання для інших технологічних операцій проводимо згідно рекомендацій довідникової літератури [12, 13] і результати заносимо в таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 – Режими різання по операціях технологічного процесу

№ опер.	Назва операції і перехід	L , мм	t , мм	i	S , мм/об	S_m , мм/хв.	n , об/хв.	V , м/хв.	T_o , хв.	N , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Вертикально-фрезерна								3,82	0,17
	Перехід 1	340	2	1	-	178	185	72,6	1,91	
	Перехід 3	340	2	1	-	178	185	72,6	1,91	
010	Вертикально-свердлильна Перехід 1	72	20	1	0,2	-	225	28,3	1,7	1,27

Закінчення таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
015	Вертикально-свердлильна								2,54	1,08
	Перехід 1	72	14	1	0,05	-	630	9,8	1,02	
	Перехід 2	5	2	1	ручна	-	355	12,4	0,76	
	Перехід 4	5	5	5	ручна	-	355	12,4	0,76	
020	Вертикально-свердлильна								3,45	0,48
	Перехід 1	28	5	1	0,2	-	200	19,8	0,38	
	Перехід 2	4	1	1	ручна	-	225	9,4	0,21	
	Перехід 3	15	1	1	ручна	-	185	5,6	0,86	
025	Вертикально-фрезерна								1,47	1,53
	Перехід 1	38	2	1	-	120	125	48	0,54	
	Перехід 2	62	2	1	-	120	145	63	0,93	
030	Вертикально-свердлильна								0,88	0,26
	Перехід 1	14	2	1	0,05	-	630	8	0,44	
	Перехід 3	14	2	1	0,05	-	630	8	0,44	
035	Токарна								0,74	1,14
	Перехід 1	28	1,5	1	0,4	-	200	93	0,31	
	Перехід 2	28	1	1	0,2	-	250	68	0,22	
	Перехід 3	25	2,85	1	0,2	-	250	68	0,21	
040	Вертикально-фрезерна								5,26	0,82
	Перехід 1	27	0,2	20	-	250	375	10	2,63	
	Перехід 3	27	0,2	20	-	250	375	10	2,63	
045	Розточна								2,57	0,62
	Перехід 1	62	9	10	0,4	-	250	72	1,24	
	Перехід 2	5	2	1	0,22	-	200	68	0,23	
	Перехід 4	17	9	10	0,4	-	250	72	0,99	
	Перехід 5	5	2	1	0,22	-	200	68	0,11	
050	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
055	Промивка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060	Приймальний контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

57

Технічні норми часу на операції технологічного процесу механічної обробки встановлюються розрахунково-аналітичним способом.

Норми штучного часу на операцію визначається за формулою [12]:

$$T_{шт} = T_o + T_\delta + T_{обсл} + T_{відп}, \quad (3.26)$$

де T_o – основний (технологічний) час, хв.;

T_δ – допоміжний час, хв.;

$T_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{відп}$ – час на відпочинок та природні потреби робітника, хв.

Сума основного і допоміжного часу складає оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_\delta. \quad (3.27)$$

При серійному виробництві додатково розраховують підготовчо-заклучний час і штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (3.28)$$

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

n – кількість деталей в партії, шт.

Розраховуємо норму штучного часу на операцію 010 – вертикально-свердлильну.

Основний час на операцію $T_o = 1,7$ хв. Підрахуємо об'єм допоміжних робіт і час на їх виконання:

1) $T_{уст} = 0,64$ хв. [12];

2) $T_{упр} = 0,48$ хв. [12];

3) $T_{вим} = 0,08$ хв. [12].

Загальний допоміжний час

$$T_\delta = 0,64 + 0,48 + 0,08 = 1,20 \text{ хв.}$$

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оперативний час на операцію

$$T_{on} = 1,7 + 1,20 = 2,9 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця складає 4% від оперативного часу [12]

$$T_{обс} = 0,04 \cdot 2,9 \approx 0,12 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і природні потреби – 4% від оперативного часу [12]

$$T_{відп} = 0,04 \cdot 2,9 \approx 0,12 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = 2,9 + 1,2 + 0,12 + 0,12 = 4,34 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час $T_{пз} = 12 \text{ хв.}$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = 4,34 + \frac{12}{240} = 4,39 \text{ хв.}$$

Аналогічно проводимо нормування для решти операцій технологічного процесу і результати зводимо в таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 – Норми штучного часу на операції технологічного процесу

Номер опер.	T_o , хв.	Допоміжний, хв.			T_d , хв.	T_{on} , хв.	$T_{обс}$, хв.	$T_{відп}$, хв.	$T_{шт.}$, хв.	$T_{пз.}$, хв.	$T_{шт.к}$, хв.
		$T_{уст}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	3,82	0,64	0,48	0,08	1,20	5,02	0,12	0,12	5,26	12	7,82
010	1,70	0,64	0,48	0,08	1,20	2,90	0,12	0,12	3,14	12	4,39
015	2,54	0,54	0,46	0,06	1,06	3,60	0,12	0,12	3,84	16	4,25
020	3,45	0,64	0,46	0,06	1,16	4,61	0,06	0,06	4,73	16	4,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
025	2,66	0,64	0,48	0,08	1,20	3,86	0,06	0,06	3,98	16	4,22
030	0,88	0,74	0,58	0,08	1,40	2,28	0,13	0,13	2,54	12	2,92
035	0,74	0,54	0,46	0,06	1,06	1,80	0,13	0,13	6,05	16	2,62
040	5,26	0,44	0,48	0,08	1,00	6,26	0,11	0,11	6,48	12	6,96
045	2,57	0,64	0,48	0,08	1,20	3,77	0,11	0,11	8,99	12	4,16
050	0,80	0,86	0,68	0,12	1,66	2,46	0,14	0,14	2,74	16	3,16
055	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	9	0,37
060	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	5	0,57
065	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	12	0,75

3.10 Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Загальну кількість обладнання на ділянці знаходимо за відношенням штучного часу на кожній із операцій до такту випуску [3]. Такт випуску згідно даних розділу 3.3 $t_g = 40,15$ хв.

Штучний час на обробку згідно даних розділу 3.9.

Оскільки очікувані коефіцієнти завантаження однотипного обладнання на операціях механічної обробки є низькими то доцільно просумувати загальний штучний час на даних операціях і визначити по даному сумарному часу кількість одиниць верстатного парку. Відповідно:

– для операцій 005, 025, 040 – (верстат мод. 6Н10), сумарний штучний час:

$$\Sigma T_{шт} = 5,26 + 3,98 + 6,48 = 15,72 \text{ хв.};$$

– для операцій 010, 015, 020, 030 – (верстат мод. 2Н150), сумарний штучний час:

$$\Sigma T_{шт} = 3,14 + 3,84 + 4,73 + 2,54 = 14,25 \text{ хв.};$$

											Арк.
											60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

– для операцій 035 – (верстат мод. 16К20), штучний час:

$$T_{шт} = 6,05 \text{ хв.};$$

– для операції 045 – (верстат мод. 2А78Н), штучний час:

$$T_{шт} = 8,99 \text{ хв.}$$

Відповідно розрахункова кількість обладнання рівна:

– верстат мод. 6Н10

$$m_p = \frac{15,72}{40,15} \approx 0,39 \text{ – приймаємо } m_n = 1 \text{ верстат};$$

– верстат мод. 2Н150

$$m_p = \frac{14,25}{40,15} \approx 0,35 \text{ – приймаємо } m_n = 1 \text{ верстат};$$

– верстат мод. 16К20

$$m_p = \frac{6,05}{40,15} \approx 0,15 \text{ – приймаємо } m_n = 1 \text{ верстат};$$

– верстат мод. 2А78Н

$$m_p = \frac{8,99}{40,15} \approx 0,22 \text{ – приймаємо } m_n = 1 \text{ верстат.}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання рівний відношення розрахункової кількості m_p обладнання до фактично прийнятої m_n [3]. Відповідно середній коефіцієнт завантаження обладнання

$$\eta_{з.ср} = \frac{0,39 + 0,35 + 0,15 + 0,22}{4} \approx 0,28.$$

Дозавантаження обладнання можна провести за рахунок обробки на даній ділянці інших деталей, які використовуються при складанні протруювача зерна ПС-10А.

Коефіцієнт використання обладнання по основному часу

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт.к}}. \quad (3.29)$$

					ДР 18-385.00.00	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_{o_{6H10}} = \frac{3,82 + 2,66 + 5,26}{7,82 + 4,25 + 6,96} \approx 0,62;$$

$$\eta_{o_{2H150}} = \frac{1,7 + 2,54 + 3,45 + 0,88}{4,39 + 4,25 + 4,98 + 2,92} \approx 0,52;$$

$$\eta_{o_{16K20}} = \frac{0,74}{2,62} \approx 0,28;$$

$$\eta_{o_{2A78H}} = \frac{2,57}{4,16} \approx 0,62.$$

Відповідно середній коефіцієнт використання обладнання по основному часу

$$\eta_{o.cр} = \frac{0,62 + 0,52 + 0,28 + 0,62}{4} \approx 0,51.$$

Використання обладнання по потужності приводу характеризується коефіцієнтом η_M , який рівний відношенню необхідної потужності N_{np} на приводі верстата до потужності N_{cm} встановленого електродвигуна

$$\eta_M = \frac{N_{np}}{N_{cm}}. \quad (3.30)$$

$$\eta_{M_{6H10}} = \frac{0,17 + 1,53 + 0,82}{7,5} \approx 0,34;$$

$$\eta_{M_{2H150}} = \frac{1,27 + 1,08 + 0,48 + 0,26}{7,5} \approx 0,41;$$

$$\eta_{M_{16K20}} = \frac{1,14}{11} \approx 0,1;$$

$$\eta_{M_{2A78H}} = \frac{0,62}{1,7} \approx 0,36.$$

Відповідно середній коефіцієнт використання обладнання по потужності приводу

$$\eta_{M.cр} = \frac{0,34 + 0,41 + 0,1 + 0,36}{4} \approx 0,3.$$

Загальний графік завантаження обладнання, а також графіки завантаження обладнання по основному часу і по потужності показані

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно на рисунках 3.3, 3.4, 3.5.

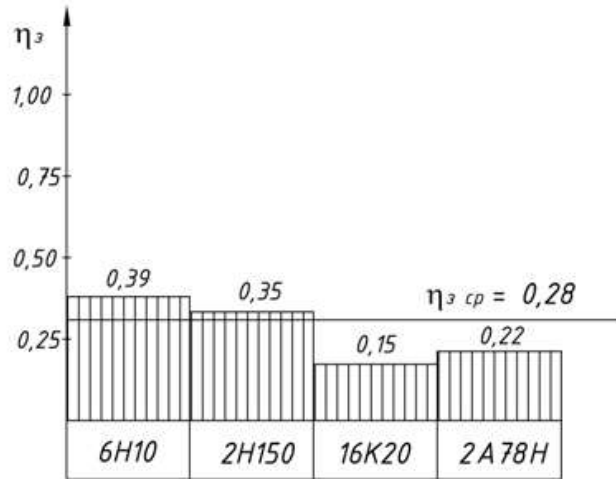


Рисунок 3.3 – Графік завантаження обладнання

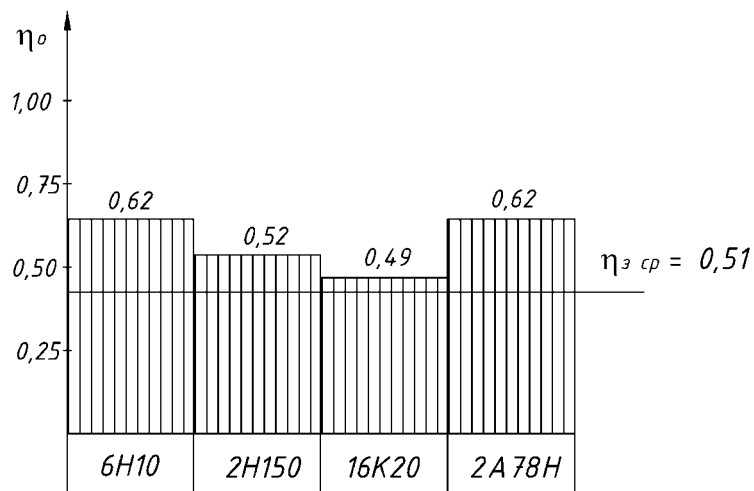


Рисунок 3.4 – Графік завантаження обладнання по основному часу

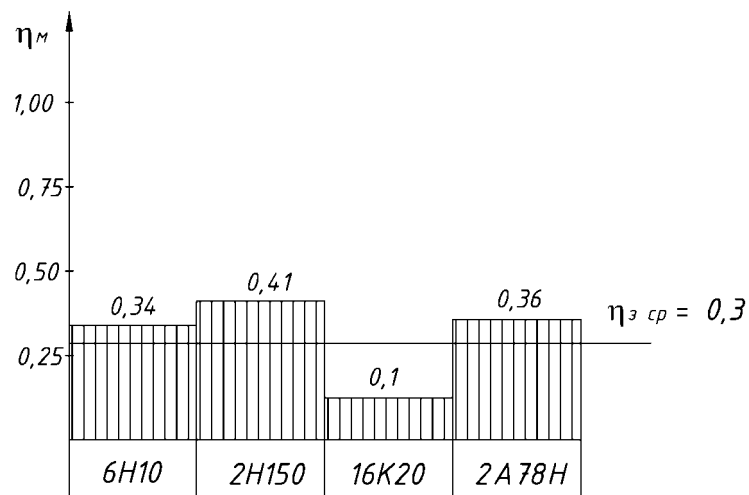


Рисунок 3.5 – Графік завантаження обладнання по потужності

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Пристрій для фрезерування торців

Пристрій призначений для фрезерування 2-х торців з переустановкою деталі. Обробка проводиться на вертикально-фрезерному верстаті.

Основою пристосування є корпус зварної конструкції на якому монтуються всі елементи пристрою. Встановлення деталі проводиться на установчі пальці. Затиск виробу в пристосуванні здійснюється прихватом, з приводом від штока пневмоциліндра через опору важільного типу.

Забезпечення технологічних операцій «затиск-розтиск» при закріпленні деталі здійснюється за допомогою пневморозпрідільного крана, який зв'язаний з пневмоциліндром трубопроводами.

Установка пристрою на столі верстату здійснюється за допомогою двох шпонок і фіксується пристрій трьома болтами через пази в нижній плиті корпусу.

Похибка встановлення деталі в пристрій для фрезерування пазів зумовлена рядом технологічних факторів, які визначають величину сумарної похибки. Для розрахунку точності пристрою можна використати наступну залежність [2]

$$\varepsilon_{np} = \delta - k \sqrt{(k_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{yct}^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_{p.i}^2 + (k_2 \omega)^2}, \quad (4.1)$$

де δ – допуск на виконуючий розмір, $\delta = 0,4$ мм;

k – коефіцієнт, що враховує можливе відхилення від нормального розміщення окремих складових, $k = 1,2$;

ε_{δ} – похибка базування, що знаходиться з наступної залежності, $\varepsilon_{\delta} = 0,1$ мм;

k_1, k_2 – коефіцієнти серійності виробництва, $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$;

					ДР 18-385.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Михальський			КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Комар					64	9
Консульт.						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		
Н. контр.		Ткаченко						
Затв.		Пилипець						

ε_3 – похибка, що враховує деформування заготовки при затиску, $\varepsilon_3 = 0,04$ мм;

$\varepsilon_{уст}$ – похибка встановлення пристрою на верстаті, $\varepsilon_{уст} = 0,11$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ – похибка внаслідок зношення деталей пристрою, $\varepsilon_{зн} = 0,06$ мм;

$\varepsilon_{р.і}$ – похибка ріжучого інструменту, $\varepsilon_{р.і} = 0$;

ω – економічна похибка для даного методу обробки, $\omega = 0,1$ мм.

Підстановкою числових значень отримаємо

$$\varepsilon_{пр} = 0,4 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 0,1)^2 + 0,004^2 + 0,11^2 + 0,06^2 + (0,6 \cdot 0,1)^2} = 0,24 \text{ мм.}$$

Схема розміщення і базування деталі в пристрої показана на рисунку 4.1. Заготовка базується в призмі пристрою і затискується в ній із силою P створюваною пневмоприводом, а сила різання $P_{різ}$ діє в перпендикулярному напрямку. Силі різання $P_{різ}$ протидіє сила тертя F між стінками отвору деталі і поверхнею установчого штиря.

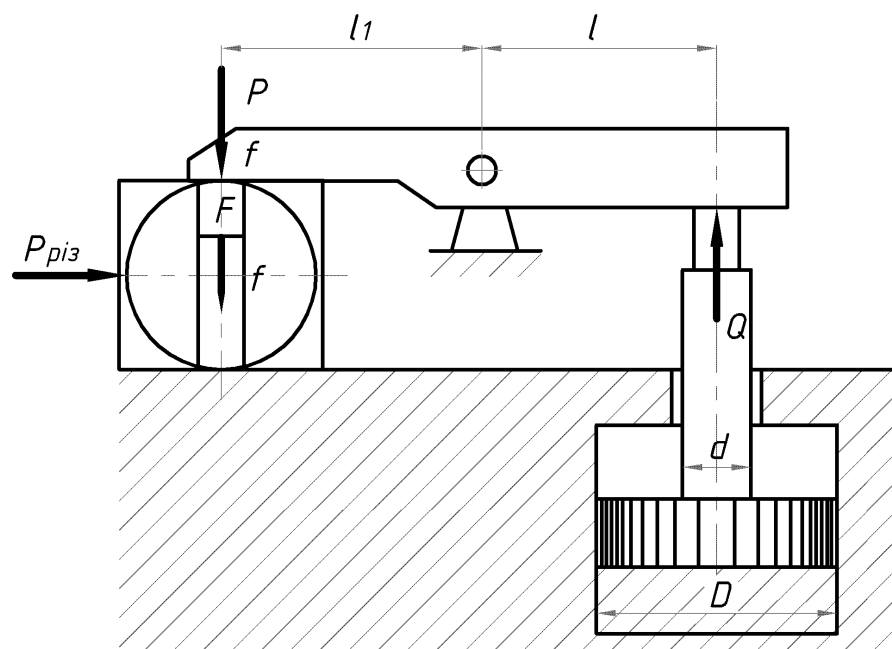


Рисунок 4.1 – Схема базування та затиску деталі в пристрої для фрезеруванні торців

Необхідна сила затиску P визначається за наступною формулою [2]

$$Ff + Pf = kP_{різ}, \quad (4.2)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,7$.

									Арк.
									65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

$$F = P; \quad (4.3)$$

$$2Pf = kP_{piz}, \quad (4.4)$$

Сила затиску

$$P = Q \cdot \frac{l}{l_1}, \quad (4.5)$$

відповідно

$$Q \cdot \frac{l}{l_1} \cdot f = kP_{piz}. \quad (4.6)$$

Звідки сила затиску

$$Q = \frac{kP_{piz}l_1}{l \cdot f}. \quad (4.7)$$

Силу різання при фрезеруванні визначимо згідно рівності (3.18). Відповідно $C_p = 68$ [13]; $t = 2$ мм; $S_z = 0,08$ мм/зуб [13]; $z = 12$; $B = 52$ мм; $D = 63$ мм; $q = 0,35$; $x = 0,86$; $y = 0,74$; $z = 1$ [13]. Сила різання рівна

$$P_{piz} = 68 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,08^{0,74} \cdot 12 \cdot 52^1 \cdot 63^{0,35} = 27886,2 = 27,9 \text{ кН.}$$

$$Q = \frac{1,7 \cdot 27886,2 \cdot 80}{98 \cdot 0,15} = 25799 \text{ Н.}$$

Визначення діаметра пневмоциліндра затискного пристрою проведемо за наступною залежністю [13]

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}}, \quad (4.8)$$

де p – робочий тиск в пневмосистемі, $p = 4$ кг/см².

Підстановкою даних отримаємо

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 298,6}{3,14 \cdot 4}} = 90,5 \text{ мм.}$$

Із стандартних значень діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 100$ мм [13].

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Пристрій для фрезерування пазів

Для фрезерування пазів можна використати пристрій будова і принцип роботи якого наступні. Даний пристрій складається з корпусу зварної конструкції на якому змонтовані інші елементи пристрою. Базою для встановлення деталі під час механічної обробки служить призма з накладними планками і чотири болти. Пристрій передбачає переустановку деталі при обробці кожного із пазів. Кріплення деталі здійснюється за допомогою Г-подібного прихвату, який через болт з'єднаний із штоком пневмоциліндра.

Для здійснення технологічних операцій «затиск-розтиск деталі» використовується пневморозподільний кран, який за допомогою трубопроводів з'єднаний з пневмоциліндром. Подача стисненого повітря в пневмоциліндр здійснюється від пневмосистеми. Монтаж пристрою на столі верстата здійснюється за допомогою 2-х шпонок і фіксується болтами в пазах на нижній частині плити корпусу.

Розрахунок точності пристрою проведемо за формулою (4.1). Відповідно $\delta = 0,4$ мм; , $k = 1,2$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $\varepsilon_3 = 0,04$ мм; $\varepsilon_{yct} = 0,11$ мм; $\varepsilon_{zn} = 0,06$ мм; $\varepsilon_{pi} = 0$; $\omega = 0,1$ мм.

Похибка базування, знаходиться з наступної залежності [2]

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta_D}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (4.9)$$

де δ_D – допуск на поверхню, що встановлюється в призму, $\delta_D = 0,19$ мм;
 α – кут нахилу поверхонь призми, $\alpha = 120^\circ$.

Після підстановки даних отримаємо

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0,19}{2 \cdot \sin 60^\circ} = 0,1 \text{ мм.}$$

Підстановкою числових значень отримаємо

$$\varepsilon_{np} = 0,4 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0,1)^2 + 0,004^2 + 0,11^2 + 0,06^2 + (0,6 \cdot 0,1)^2} = 0,24 \text{ мм.}$$

									Арк.
									67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Схема розміщення і базування деталі в пристрої показана на рисунку 4.2. Під час фрезерування деталі деталь базується на призмі. Відповідно сила затиску діє по нормалі до поверхні заготовки і створює зусилля, що перешкоджає зміщенню оброблюваної заготовки під дією горизонтальної складової сили різання $P_{різ}$.

Крутний момент від сили різання $M_{різ}$, який виникає від обертового руху фрези під час механічної обробки, спричиняє поворот деталі навколо осі, а момент тертя, що створюється силою затиску, має обернено протилежний напрямок дії.

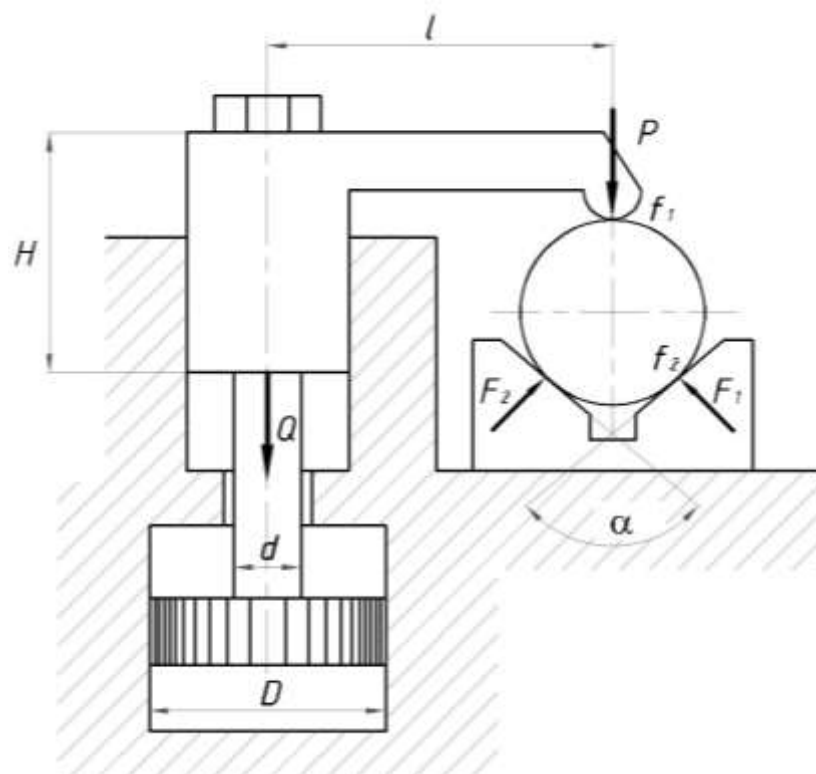


Рисунок 4.2 – Схема базування та затиску деталі в пристрої для фрезеруванні пазів

Необхідну силу затиску знаходимо за наступною формулою [2]

$$P \cdot \frac{d_i}{2} \left(f_1 + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right) = kM_{різ}, \quad (4.10)$$

звідки сила затиску буде рівною

$$P = \frac{2kM_{різ}}{d_i (f_1 + f_2 \cdot \sin(\alpha/2))}, \quad (4.11)$$

					ДР 18-385.00.00	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{piz} = 82 \cdot 0,2^{1,1} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 2 \cdot 8^{0,95} \cdot 8^{-1,1} = 16,98 \text{ Н.}$$

Тягове зусилля штока пневмоциліндра

$$Q = \frac{2,7 \cdot 16,98}{0,15(1 + \sin 60^\circ) \cdot (1 - 3 \cdot (50/80) \cdot 0,15)} = 227,32 \text{ Н.}$$

Визначення діаметра пневмоциліндра затискного пристрою доцільно проводити за наступною залежністю [2]

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot p, \quad (4.16)$$

де D – діаметр пневмоциліндра, см;

d – діаметр штока пневмоциліндра, $d = 2,5$ см;

p – робочий тиск в пневмосистемі, $p = 4$ кг/см².

Відповідно

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p} + d^2}. \quad (4.17)$$

Підставивши дані отримаємо

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 227,32}{3,14 \cdot 4} + 2,5^2} = 8,85 \text{ см} \approx 89 \text{ мм.}$$

Із стандартних значень діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 100$ мм [13].

4.3 Кондуктор для свердління отв.Ø10 мм

Для операції технологічного процесу свердління отвору Ø10 мм подальше нарізання в ньому різьби М12 використовується пристрій, який виконаний у вигляді корпусу зварної конструкції на якому змонтовані установочні і закріплювальні елементи, а саме плита з установочними штирями і упором. Оброблювана деталь встановлюється горизонтально на два установочні штирі з підтиском у нерухомий упор. З протилежної

									Арк.
									70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

В пристосуванні для свердління отвору $\varnothing 10$ мм основною є сила затиску, яка необхідна для надійного утримання оброблюваної деталі. Це є основою для встановлення розрахунково-конструктивних параметрів гвинтового механізму затиску.

Під дією крутного моменту різання M деталь намагається повернутись навколо осі свердління. Цьому моменту протидіють установчі елементи і момент тертя, який створюється осьовою силою і силою затиску.

Відповідно сила затиску Q буде рівна [2]

$$Q = \frac{P_p l}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + 0,67 fr}, \text{ Н} \quad (4.18)$$

де P_p – сила, що прикладається робітником до ключа, $P_p = 14 \dots 20$ Н;

l – плече прикладання сили, $l \approx 14d$;

d – номінальний діаметр різьби, $d = 20$ мм;

$$l = 14 \cdot 20 = 280 \text{ мм.}$$

r_{cp} – середній радіус різьби гвинта, $r_{cp} = 10$ мм;

α – кут підйому гвинтової різьби, $\alpha = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$;

φ_{np} – приведений кут тертя в різьбовій парі, $\varphi_{np} = 6^\circ 40'$;

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,1 \dots 0,15$;

r – радіус притискної частини пристрою, $r = 13$ мм.

Відповідно необхідне зусилля затиску

$$Q = \frac{15 \cdot 280}{10 \cdot \operatorname{tg}(2^\circ 30' + 6^\circ 40') + 0,67 \cdot 0,15 \cdot 13} = 1538 \text{ Н.}$$

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Аналіз можливостей застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності, їх практична реалізація

При роботі над графічною частиною проекту було використане програмне забезпечення розроблене фірмою «Autodesk», а саме пакет «AutoCAD», що використовується для побудови графічних об'єктів. За допомогою вище вказаного редактора було проведено графічне оформлення роботи. Графічна система «AutoCAD» призначена для автоматизованої розробки і випуску креслярсько-конструкторської документації, а також для вирішення задач геометричного тривимірного моделювання [5].

Система являє собою пакет програм, за допомогою яких можна будувати зображення будь-якої складності, записувати їх окремим файлом («DWG» - файли), створювати файли обміну графічною інформацією («DXF» і «IGES» - файли) для обробки їх за допомогою інших користувальницьких програм або для передачі на інші машини, одержувати чіткі копії створених малюнків.

«AutoCAD» значно підвищує продуктивність користувачів, надаючи новітні функції, які усувають перешкоди в доступності проектних даних. Крім того, що «AutoCAD» є самостійною програмою, він також виступає потужною платформою для розробки спеціалізованих рішень. Фірма-розробник «Autodesk» на даний час задається метою удосконалити самий популярний інструмент САПР і надати платформу для розробки спеціалізованих додатків для ключових галузей. Як перевагу, і одночасно як недолік, варто відмітити те, що в нових версіях при однаковій інформації

					<i>ДР 18-385.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар</i>					73	9
<i>Консульт.</i>		<i>Паньків</i>				<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр.МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

розмір файлів майже вдвічі менший і водночас по замовчуванню програма зберігає інформацію в новому форматі, який не підтримується попередніми версіями. При виконанні графічної частини дипломного проекту було використано локалізовану версію AutoCAD.

Основними властивостями програми є:

- робота з безліччю документів. Відкриття необмеженої кількості файлів креслень;
- відкриття файлу з вибіркоvim (частковим) завантаженням шарів і видів креслення для прискорення роботи програми;
- новий інструмент – «AutoCAD DesignCenter», дозволяє легко знаходити потрібні дані у файлах, копіювати різні властивості об'єктів, стилі, дані з одного файлу в інший без відкриття вихідного файлу;
- можливість створення необмеженої кількості аркушів у просторі екрану для виконання креслень, видів, винесень і т.д. В одному файлі може зберігатися 3D-модель і кілька плоских креслень з різними настройками для виводу креслень на різні друкувальні пристрої;
- редагування зовнішніх посилань і блоків. Дозволяє редагувати зовнішні посилання й блоки, що перебувають у зовнішніх файлах без їхнього завантаження;
- можливість одночасної роботи з декількома кресленнями, копіювання об'єктів і різних властивостей з одного креслення в інше;
- нові потужні засоби прив'язки об'єктів значно прискорюють роботу і зменшують кількість допоміжних побудов. Ці можливості раніше були доступні тільки за допомогою пакета «Genius»;
- новий механізм зміни властивостей об'єктів «Object Property Manager», що дозволяє швидко й зручно міняти будь-які властивості й характеристики об'єктів креслення. Для вибору об'єктів доданий фільтр, що прискорює пошук примітивів за потрібними критеріями.

Рисунок у системі «AutoCAD» являє собою файл опису графічного зображення, що використовується для відображення його на пристроях

									Арк.
									74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

графічного виводу (екрані, принтері, графопобудувачі). Рисунки формуються з набору графічних примітивів (простих і складних).

У якості простих графічних примітивів використовують відрізки, кола і дуги кіл, точки, текстові рядки, смуги (траси), плоскі зафарбовані фігури й ін.

До складних примітивів відносять такі графічні об'єкти як блоки, полілінії, розміри, штрихування, а також тривимірні полілінії, грані сітки й ін. Кожен графічний примітив характеризується кольором і типом ліній. Кольори і відтінки кодуються цілими числами від 1 до 255 відповідно до реальних кольорів і можливостей графічного адаптера конкретного пристрою. Першим чотирьом номерам кольорів привласнені стандартні назви: червоний, жовтий, зелений, синій.

Типи ліній, використовувани в «AutoCAD», по своєму відображенню на папері відповідають прийнятим стандартам.

При створенні зображення завжди виникає необхідність у виправленні чи зміні його частин. Система містить засоби редагування, що дозволяють виконувати ці і подібні операції без особливих труднощів. Наприклад, операції перетворення (рівносторонній перенос, поворот, масштабування) дають можливість створювати копії об'єктів, переносити зображення з одного місця в інше, збільшувати чи зменшувати його.

5.2 Використання інформаційних технологій для вирішення конкретних завдань наукових досліджень

Для вирішення задач різних рівнів складності вибираємо систему «ТехноПро», яка являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва. Вона містить усі засоби, необхідні для діалогового проектування технологічних процесів (ТП), включаючи автоматичний підбір оснащення, проведення розрахунків і вибір даних з таблиць.

					ДР 18-385.00.00	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система «ТехноПро» призначена для проектування операційних, маршрутно-операційних і маршрутних технологічних процесів (ТП), включаючи формування маршруту, операцій і переходів, з вибором устаткування, пристосувань, підбором інструментів, формуванням текстів переходів, розрахунком технологічних розмірних ланцюгів, режимів обробки й норм виготовлення.

Система забезпечує взаємодію з користувачем в автоматичному, напівавтоматичному й діалоговому режимі, а також їхнє сполучення.

Користувачі можуть вибрати метод проектування й вид взаємодії із системою залежно від розв'язуваних завдань, наприклад: можуть проектувати складальні ТП у діалозі, технологію виготовлення корпусних деталей у напівавтоматичному режимі, тіл обертання в автоматичному режимі.

Крім проектування технології виготовлення механічно оброблюваних деталей, система «ТехноПро» може застосовуватися для ТП складання, зварювання, покриттів, термообробки, електромонтажу, виготовлення друкованих плат й інших.

Вхідна інформація для проектування ТП може бути отримана із креслень виконаних в електронному виді.

Вихідна інформація може бути представлена у вигляді різноманітних технологічних документів: карт ТП, карт контролю, карт ескізів, відомостей й інших документів, форма й зміст яких може визначатися самими користувачами.

Вихідними даними для автоматичного проектування технологічного процесу (ТП) є інформаційна модель деталі. Модель деталі складається із загальних відомостей про деталі, її характеристик, переліку елементів конструкції (поверхонь), складових деталей і значень їхніх параметрів. При коректуванні ТП вибір оснащення (устаткування, пристосувань, інструментів, матеріалів) здійснюється по технологічному класифікатору з «Інформаційної бази системи». Записи оснащення можуть мати різну структуру. Кожен запис може містити параметри для автоматичного підбору

									Арк.
									76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

або пошуку в діалозі, а також може бути проілюстрований рисунком. Кожне устаткування забезпечується паспортними і обліковими даними.

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

Такий підхід дозволяє визначати послідовність діалогового проектування, при якій пропонувані технологічні варіанти залежать від вибору, виконаного на попередньому кроці проектування. Наприклад, у залежності від найменування операції, користувачеві пропонується список устаткування, на якому можливо її виконання. Далі вибираються цех і професія робітника. В операцію автоматично вносяться номер інструкції з охорони праці, необхідні пристосування та інше.

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

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

При використанні на підприємстві типових або групових ТП «ТехноПро» забезпечує можливість їхньої параметризації. Такі параметричні ТП можуть автоматично «перепроєктуватися». Причому інформація для перепроєктування (опис конструкції) може бути отримана з

									Арк.
									77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

конструкторських САПР або введена вручну з креслення, виконаного на папері.

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

Вхідними даними для систем управління підприємствами є трудові і матеріальні нормативи. Для їхнього розрахунку в «ТехноПро» реалізовані методи укрупнених табличних і точного аналітичного розрахунків, а також можливість їхнього поєднання. Система дозволяє користувачеві ввести будь-які таблиці з даними, розрахункові формули і правила їхньої взаємодії. При цьому участі програмістів не потрібно.

«ТехноПро» поставляється з безліччю форм вихідних документів. Форми виконані в MS Word. Тому нові форми (горизонтальні і вертикальні) створюються користувачами без участі програмістів. Підтримується використання спеціальних символів: кут, градус та інші. У поставку системи входять 2 тисячі інформаційних груп даних більш ніж по 300 ГОСТах. Склад і структура баз може розширюватися користувачами самостійно.

Широкі функціональні можливості при низькій вартості системи «ТехноПро» дозволяють автоматизувати проектування технології у всіх підрозділах підприємства, перейти на електронний документообіг і автоматизовану підготовку виробництва без значних фінансових витрат.

Крім перерахованих базових можливостей «ТехноПро» має велику кількість унікальних властивостей, не реалізованих у жодній іншій технологічній системі. Основним з них є автоматичне проектування ТП з можливістю зчитування даних з електронних креслень. Автоматичне проектування може виконуватися як в одиничних, так і групових ТП.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Аналіз результатів застосування інформаційних технологій

Проаналізувавши отриманий технологічний процес механічної обробки деталі «важіль ПС 10.10.060», отриманий з допомогою САПР ТП, можна прийти до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведений правильно. На першій операції проводиться підготовка базових поверхонь для наступної обробки.

Технологічні операції механічної обробки розміщені в наступній послідовності: вертикально-фрезерна; 3-и вертикально-свердлильних; вертикально-фрезерна; вертикально-свердлильна; токарна; вертикально-фрезерна; токарна; розточна; слюсарна; промивка, а після них передбачено контроль виробу.

Пристрої, ріжучий та вимірювальний інструмент вибрано правильно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального оперативного часу. Інструмент для обробки вибрано такий, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки.

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

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

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

Кількість основного технологічного обладнання дільниці визначається за технологічним процесом у відповідності з вибраним типом виробництва і формою організації виробництва.

Всі необхідні розрахунки виконані в технологічній частині роботи. За результатами цих розрахунків складається специфікація обладнання.

Специфікація технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення важеля ПС 10.10.060 наведена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Специфікація основного технологічного обладнання
дільниці механічного цеху для виготовлення
важеля ПС 10.10.060

№ п/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт.	Габарити, мм
1	005; 025; 040 вертикально-фрезерна	вертикально-фрезерний мод.6Н10	1	2280×1965×2265
2	010; 015; 020; 030 вертикально-свердлильна	вертикально-свердлильний мод.2Н150	1	1550×970×2865
3	035 токарна	токарно-гвинторізний мод.16К20	1	2795×1190×1500
4	045 розточна	вертикально-розточний мод.2А78Н	1	1250×1350×2055
	Всього		4	

					ДР 18-385.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Михальський			ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Комар					82	8
Консульт.								
Н. контр.		Ткаченко						
Затв.		Пилипець						
						ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання: верстак для зняття заусениць; промивочна машина; контрольний стіл.

6.2 Визначення основних і допоміжних площ цеху і площі дільниці

Визначення загальної площі механоскладального цеху базується на таких вихідних даних [6]:

- загальна кількість верстатів цеху – 104 шт.;
- кількість верстатів цехової ремонтної бази – 2 шт.;
- кількість верстатів дільниці ремонту спорядження – 6 шт.;
- кількість контрольних столів – 6 шт.;
- узагальнені габарити верстатів – середні.

Виробнича площа дільниці по визначається по питомій площі на одиницю обладнання по нормах технологічного проектування [6].

$$S_M = N \cdot S_{II}, \quad (6.1)$$

де N – кількість верстатів в цеху, шт.;

S_{II} – питома площа на один верстат, $S_{II} = 18...25 \text{ м}^2$ [6].

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

Площа складального відділення згідно рекомендацій [6] приймається в межах 30...40% від площі механічного відділення. Приймаємо 30% від $2600 \text{ м}^2 = 780 \text{ м}^2$.

Допоміжна площа складається з площ, зайнятих допоміжними відділеннями:

- відділення заточування інструменту;

Заточне відділення організують при кількості обладнання в механічному цеху 150...300, при меншій кількості обладнання відновлення

									Арк.
									83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

різального інструменту проводиться в інструментального цеху. Оскільки загальна кількість верстатів цеху 104 шт. – то відділення є недоцільним.

– цехова ремонтна база;

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

– контрольне відділення;

Площа відділення визначається із розрахунку 5...6 м² на одного контролера, отже площа контрольного відділення – 5·6 = 30 м².

– склади матеріалів і заготовок;

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю [6]

$$F_3 = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (6.2)$$

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

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

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

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

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

– заготівельне відділення;

Для механоскладальних цехів з невеликою кількістю автоматів і револьверних верстатів в заготівельному відділенні встановлюють від 4 до 10 верстатів. Питома площу приймають рівною 25...30 м² на один верстат [6].

Відповідно $4 \cdot 25 = 100$ м².

– відділення для приготування і роздачі охолоджуючих рідин, склад масел - площа визначається за рекомендаціями [6] в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 50 м².

– відділення для збирання і переробки стружки - за рекомендаціями [6] в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 85 м².

									Арк.
									84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

6.4 Розробка компоувального плану цеху

Вихідними даними для складання компоувального плану є: технологічна схема генплану і схема вантажопотоків; склад цехів і розміри площ всіх відділень і приміщень; прийнята схема будівлі; основні будівельні параметри і загальна схема будівлі [6].

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

До компоувального плану додається поперечний розріз прольоту виробничої будівлі, виконаний в масштабі 1:100.

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

а) майданчики для складування заготовок розташовуються на початку кожної потокової лінії;

б) майданчики для складування готових деталей розташовуються в кінці верстатних ліній після відділень технічного контролю;

в) за складами заготовок розташовуються верстатні відділення;

г) в кінці верстатних відділень передбачається поперечний проїзд шириною 4 м;

д) за проїздом розташовуються відділення технічного контролю;

е) заточувальне відділення, інструментальний склад та інші допоміжні відділення розміщуються збоку потоку, щоб не заважали рухові деталей.

Складські приміщення в цеху відділяються від верстатного відділення сіткою висотою 2,5 м, а контрольне – скляною перегородкою.

Компоувальний план цеху виконується в масштабі 1:200 [6].

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання на ділянці розміщується послідовно по ходу технологічного процесу вздовж прольоту в один ряд вздовж проходу. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновочному плані. Відстань між верстатами – 900 мм, від проїзду до фронтальної сторони верстата – 1000 мм, від стін, колон до тильної сторони верстата – 700 мм [6].

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. До плану розміщення обладнання на ділянці додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі, в якій вона розташована з вказуванням висоти прольоту, загальної висоти, обладнання і транспортних засобів, висотних відміток чистої підлоги і каналів для відводу стружки, контурів основ колон, фундаментів з розмірами прив'язки обладнання до координатних осей і елементів конструкції будівлі.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Розрахунок показників економічної ефективності проекту

Вихідними даними для розрахунку є: річна програма випуску; тип виробництва; кількість операцій механічної обробки; 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.

Вартість споруд і передавальних пристроїв приймають укрупнено в розмірі 5...7% від вартості будівель.

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

$$\Phi_{n.v.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{um} \cdot N_e; \quad (7.1)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду, грн.;

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

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.v.} = \Phi_{n.v.} + D_e; \quad (7.2)$$

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

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

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef}; \quad (7.3)$$

					ДР 18-385.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Михальський			ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літера	Аркуш	Аркуше
Перевір.		Комар					90	10
Консульт.		Дячун				ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТМ-61		
Н. контр.		Ткаченко						
Зате.		Пилипець						

де P – середньоспискова чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою:

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{доd}; \quad (7.4)$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

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

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

$$\Phi_{zn.k} = O \cdot P_k \cdot 12; \quad (7.5)$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

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

$$B_m = H_m \cdot N_{зан} \cdot Ц_m; \quad (7.6)$$

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

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

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

$$B_{em} = \frac{P_{вст} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_q \cdot K_n}{\eta_o \cdot \eta_m} \cdot Ц_e; \quad (7.7)$$

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

K_q – коефіцієнт завантаження електроприводів по часу (0,4...0,7);

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

η_o – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0,9...0,96);

η_m – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0,86...0,9);

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і тривалості освітлення:

$$B_{eo} = \frac{1.05 \cdot H_{ee} \cdot T_{ocv} \cdot S_m}{1000} \cdot C_e; \quad (7.8)$$

де 1,05 – коефіцієнт, який враховує контрольне освітлення;

H_{ee} – питомі витрати електроенергії на освітлення м² площі (13...16 Вт/год.);

T_{ocv} – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

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

$$П = Д - В, \quad (7.9)$$

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

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

Таблиця 7.1 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
базовий варіант					
005	6315	5.26	0,088	555,72	3
010	6315	3.32	0,055	347,325	3
015	6315	3.05	0,051	322,065	3
020	6315	1.86	0,031	195,765	3
025	6315	3.84	0,064	404,16	3
030	6315	4.73	0,079	498,885	3
035	6315	4.58	0,076	479,94	3
040	6315	2.72	0,045	284,175	3
045	6315	2.42	0,04	252,6	3
050	6315	6.48	0,108	682,02	3
055	6315	4.06	0,068	429,42	3
060	6315	2.34	0,039	246,285	3
065	6315	1.35	0,022	138,93	3
Сума		46,01	0,766	4837,29	

проектний варіант					
005	6315	5.26	0,088	555,72	3
010	6315	3.14	0,052	328,38	3
015	6315	3.84	0,064	404,16	3
020	6315	4.73	0,079	498,885	3
025	6315	3.98	0,066	416,79	3
030	6315	2.54	0,042	265,23	3
035	6315	6.05	0,034	214,71	3
040	6315	6.48	0,108	682,02	3
045	6315	8.99	0,066	416,79	3
050	6315	2.74	0,046	290,49	3
Сума		38,76	0,645	4073,18	

Таблиця 7.2 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місь	Потужність електро- двигуна 1-го верстага, кВт	Потужність електро- двигунів всіх верстагів,	Вартість 1-го верстага, грн	Вартість всіх верстагів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума всіх витраг, грн	Категорія ремонтної складності
1	2	3	4	5	6	7	8	9
базовий варіант								
005	1	7.5	7,5	65000	65000	5200	70200	22
010	1	2.2	2,2	38000	38000	3040	41040	22
015	1	4	4	42000	42000	3360	45360	22
020	0	4	0	42000	0	0	0	22
025	0	4	0	42000	0	0	0	22
030	0	4	0	42000	0	0	0	22
035	0	7.5	0	65000	0	0	0	22
040	0	4	0	42000	0	0	0	22
045	1	10	10	95000	0	0	0	22
050	0	7.5	0	65000	0	0	0	22
055	0	10	0	95000	0	0	0	22
060	1	18.5	18,5	75000	195000	6700	201700	22
065	0	0	0	35000	0	0	0	22
Сума	5		42,2		340000	18300	358300	22

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

93

Закінчення таблиці 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
проектний варіант								
005	1	7.5	7,5	65000	65000	5200	70200	22
010	1	7.5	7,5	45000	45000	3600	48600	22
015	0	7.5	0	45000	0	0	0	22
020	0	7.5	0	45000	0	0	0	22
025	0	7.5	0	65000	0	0	0	22
030	0	7.5	0	45000	0	0	0	22
035	1	11	11	55000	85000	5900	90900	22
040	0	7.5	0	65000	0	0	0	22
045	1	1,7	1,7	55000	55000	4200	59200	22
050	0	0	0	35000	0	0	0	22
Сума	4		27,7		250000	18900	268900	22

Таблиця 7.3 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
базовий варіант			
1	Виробничі робітники	3	-
2	Допоміжні робітники	1	40
3	Молод. обслуговуючий персонал	0	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	1	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	0	4-5
Всього		5	
проектний варіант			
1	Виробничі робітники	2	-
2	Допоміжні робітники	1	40
3	Молод. обслуговуючий персонал	0	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	1	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	0	4-5
Всього		4	

Таблиця 7.4 – Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
базовий варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	25,2	3,19	191,4	0,03
	б) допоміжні приміщення	8,82	1,12	67,2	0,01
	в) адмін.-побутові	19,25	2,44	146,4	0,02
	ВСЬОГО:	53,27		405	0,06
2	Споруд. і перед. пр.	2,6635	0,34	20,4	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	156,6	19,84	1190,4	0,2
	б) енергетичне	1,0275	0,13	7,8	0
	в) транспортне	15,66	1,98	118,8	0,02
	г) контр.-вимірюв.	7,83	0,99	59,4	0,01
	ВСЬОГО:	181,1175		1376,4	0,23
4	Інструм. і пристрої	15,9732	60	9583,92	1,6
5	Виробн. і госп. інв.	1,566	24	375,84	0,06
	ВСЬОГО:	254,5902		11761,56	1,95
проектний варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	15,6	1,98	118,8	0,02
	б) допоміжні приміщення	5,46	0,69	41,4	0,01
	в) адмін.-побутові	15,4	1,95	117	0,02
	ВСЬОГО:	36,46		277,2	0,05
2	Спор. і перед. пр.	1,823	0,23	13,8	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	118,8	15,05	903	0,15
	б) енергетичне	1,125	0,14	8,4	0
	в) транспортне	11,88	1,5	90	0,02
	г) контр.-вимірюв.	5,94	0,75	45	0,01
	ВСЬОГО:	137,745		1046,4	0,18
4	Інструм. і пристрої	12,1176	60	7270,56	1,21
5	Виробн. і госп. Інв.	1,188	24	285,12	0,05
	ВСЬОГО:	189,3336		8893,08	1,49

Таблиця 7.5 – Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додагкова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
базовий варіант								
Робітники:								
- основні	40,42	12,126	52,546	2,4252	54,97	15,3596	70,32	7526,94
- допоміж.	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,50	4647,5
ІТП	16,61	4,1525	20,7625	0,9966	21,76	6,3118	28,07	8813,33
ЛКП	0	0	0	0	0	0	0	0
МОП	0	0	0	0	0	0	0	0
ВСЬОГО:	72,12	20,051	92,171	4,3272	96,5	27,4056	123,9	
проектний варіант								
Робітники:								
- основні	34,05	10,215	44,265	2,043	46,31	12,939	59,24	7526,94
- допоміж.	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,50	4647,5
ІТП	16,61	4,1525	20,7625	0,9966	21,76	6,3118	28,07	8813,33
ЛКП	0	0	0	0	0	0	0	0
МОП	0	0	0	0	0	0	0	0
ВСЬОГО:	65,75	18,14	83,89	3,945	87,84	24,985	112,8	

Таблиця 7.6 – Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матер., грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
базовий варіант							
1	Основні матеріали	5.03	31,76	649550	51964	18717,66	682796,34
2	Допоміж. матеріали	0,088	0,56	11367,12	909,37	327,56	11948,94
проектний варіант							
1	Основні матеріали	3.74	23,62	393824	31505,92	39898,17	385431,75
2	Допоміж. матеріали	0,065	0,41	6891,92	551,35	698,22	6745,06

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

ДР 18-385.00.00

Арк.

96

Таблиця 7.7 – Кошторис цехових витрат

№ п/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.	
		3	4
1	2	3	4
	А. На утримання та експлуатацію обладнання	базовий	проект.
1	Амортизація обладнання	1,38	1,05
2	Експлуатація обладнання		
	а) допоміжні матеріали	6,75	11,95
	б) електроенергія	0,01	0,01
	в) стиснуте повітря	0,003	0,002
	г) вода для виробничих потреб	0,239	0,163
	д) пара для виробничих потреб	2,575	1,915
	е) зарплата основна і додаткова	70,33	59,25
3	Черговий ремонт		
	а) обладнання	7,83	5,94
	б) цінний інструмент	2,4	1,82
4	Внутрішні переміщення вантажів	0,78	0,59
5	Зношення малоцінного і швидкознош. інструм.	10,65	8,08
6	Інші витрати	3,76	2,86
	ВСЬОГО по розділу А:	106,707	93,63
	Б. Загальноцехові витрати		
1	Утримання апарату управління цехом		
	а) ІТП	28,0718	28,0718
	б) службовці (ЛКП)	0	0
2	Утримання решти цехового персоналу		
	а) МОП	0	0
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	15,3	15,3
3	Амортизація будівель та інвентаря	0,8	0,58
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря		
	а) електроенергія для освітлення	0,84	0,59
	б) пара для опалення	4,288	2,655
	в) вода для побутових потреб	1,20575	1,009
	г) матеріальні та інші витрати	0,56	0,38
	д) інвентаря	1,57	1,19
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	1,72	1,18
6	Випробування, дослідження, раціонал. і винахід.	2,11	1,78
7	Охорона праці	5,63	4,74
8	Зношення малоцінного та швидкознош. інвен.	0,63	0,48
9	Інші витрати	1,25	1,16
	ВСЬОГО по розділу Б:	63,98	59,12
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	170,687	152,75

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-385.00.00

Арк.

97

Таблиця 7.8 – Кошторис витрат на виробництво продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, т. грн.	
		базовий	проект.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	682,8	385,43
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	44,26	52,55
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	2,04	2,43
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	12,94	15,36
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	93,63	106,71
6	Загальноцехові витрати	59,12	63,98
	Всього цехова собівартість	894,79	626,46
7	Загальнозаводські витрати	31,56	35,7
	Всього виробнича собівартість	926,35	662,16
8	Позавиробничі витрати	37,05	26,49
	Всього повна собівартість	963,4	688,65
9	Плановий прибуток	144,51	103,3
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1107,91	791,95

Таблиця 7.9 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.	
		базовий	проект.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	113,8	64,24
2	Основна зарплата основних вироб. робітників	7,38	8,76
3	Додаткова зарплата основних вироб. робітників	0,34	0,4
4	Відрахування на соцстрах із зарплати робітників	2,16	2,56
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	15,6	17,78
6	Загальноцехові витрати	9,85	10,66
	Всього цехова собівартість	149,13	104,41
7	Загальнозаводські витрати	5,26	5,95
	Всього виробнича собівартість	154,39	110,36
8	Позавиробничі витрати	6,18	4,42
	Всього повна собівартість	160,57	114,78
9	Плановий прибуток	24,08	17,22
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	184,65	131,99

7.2 Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз

Згідно попередньо проведених розрахунків економічної ефективності базового і проектного варіантів забезпечення технологічного процесу виготовлення деталі «важіль ПС 10.10.060» (розділ 7.1) проаналізуємо отримані дані і для узагальнення результатів зведемо основні характеристики базового і проектного виробництв у таблицю 7.10.

Таблиця 7.10 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ п/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника	
			базовий	проектн.
1	2	3	4	5
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	шт.	6000	6000
	б) у вартісному вираженні	грн.	1107910	791950
2	Капітальні затрати:			
	а) загальні	тис. грн.	254,59	189,33
	б) питомі	грн./шт.	42,43	31,56
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	210	106
	г) кількість верстатів	шт.	5	4
	д) енергопотужність обладнання	кВт	42,2	27,7
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	60,47	44,97
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	5	4
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	112,825	123,9056
6	Виробіток на одного працюючого	грн./чол.	158389,5	276977,5
7	Завантаження верстатів	%	2,16	2,56
8	Собівартість деталі	грн.	184,65	131,99
9	Побічні витрати цеху	грн.	37050	26490
10	Рівень рентабельності виробу	%	15	15
11	Економічний ефект	грн.	—	315960

Результати розрахунків свідчать про те, що прийняті рішення є доцільними та економічно ефективними, оскільки дозволять досягти сумарного економічного ефекту в розмірі 315 960 грн.

									Арк.
									99
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Розробка заходів для зниження рівня шуму на проєктованій дільниці

Захист від виробничого шуму в цехах машинобудівних заводів має важливе значення для оздоровлення умов праці і підвищення її продуктивності. Захист від стрясань сприяє нормальній роботі устаткування і зберігає його від передчасного виходу з ладу.

Проектуючи нові машини і виробничі агрегати, слід передбачати найефективніші заходи по зниженню шуму, особливо на робочих місцях, до рівней, не більше допустимих.

Для послаблення шуму і стрясання агрегатів та верстатів у джерелі їх утворення в багато різноманітних засобів [11]. Один з них – заміна шумного процесу безшумним. В цьому випадку необхідно замінити ударні дії безударними. Наприклад, зворотно-поступальний рух деталей агрегатів необхідно замінити обертовим. Якщо виникає шум від вібрації співударних деталей і окремих вузлів, треба окремі вузли зчленувати за допомогою матеріалів, що мають велике внутрішнє тертя (гуми, корку, бітумного картону, повсті, азбесту). Перемежування металевих деталей з пластмасовими або з іншими не звучними матеріалами теж дає добрий ефект. При значних шумах в напрямних трубах (револьверні верстати і інші) доцільно влаштовувати гнучкі зв'язки між прутом і трубою, які є по суті демпфуючими пристроями, які зменшують вібрації та шум.

Там, де є вентилятори, ежектори, повітродувки і інші установки з повітряними струменями, необхідно гнучкі переходи на повітроводах робити

					ДР 18-385.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Михальський					100	8
Перевір.		Ткаченко І.Г.						
Консульт.		Клепчик В.М.						
Н. контр.		Ткаченко І.Г.						
Затв.		Пилипець М.І.				ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61		

з тканини, а фланці – з гуми. Знижує шум мащення співударних деталей в'язкими рідинами. Для зниження шуму у редукторах їх вміщують у рідинні, масляні та інші ванни. Якщо не можна зменшити шум у самому джерелі його утворення до допустимого рівня, в конструкцію агрегату слід включити пристрої, що перешкоджають поширенню шуму назовні, тобто ізолюють чи вбирають його. Для цього треба: агрегати, що утворюють шум усією своєю поверхнею (електричні двигуни, шестеренчасті редуктори та ін.), повністю замикати у звукоізолюючі кожухи з виводом назовні органів керування та контрольних приладів і по змозі здійснювати автоматичне керування роботою цих агрегатів; шумні вузли агрегату – шестеренчасті редуктори, ланцюгові, пасові та інші передачі, співударні деталі, двигуни та ін. – вміщувати в ізолюючі бокси і кожухи; необхідні отвори у звукоізолюючих кожухах робити у вигляді каналів, облицьованих зсередини звуковбираючими матеріалами; всі агрегати, які створюють надмірний шум внаслідок вихроутворення чи вихлопу повітря і газів (вентилятори, повітрорудки, пневматичний інструмент і т.п.), обладнувати спеціальними камерами. Для зменшення шуму насосних установок їх необхідно влаштовувати на окремих фундаментах, на вібропоглинаючих прокладках з еластичними вставками у місцях з'єднань і з ізоляцією в стінах приміщення.

Рівень шуму великих вентиляційних установок досягає 90...100 фон, що іноді надзвичайно утруднює їх нормальну експлуатацію. Нерідко шум вентилятора, який обслуговує тихі виробничі або інші приміщення, настільки заважає роботі, що установку доцільно вимикати та вмикати періодично.

При правильному виборі і встановленні вентилятора і шумоглушитель можна створити повністю безшумну вентиляцію виробничих приміщень. Вентилятори звичайно працюють на великих швидкостях (до 2000 об/хв.), що веде до виникнення значних вібрацій. Шум вентиляційного агрегату поширюється в сусідні приміщення трьома основними шляхами: по вентиляційних каналах; крізь стіни, вікна чи інші огорожі; по конструкції приміщення у вигляді вібрацій. Для послаблення шуму треба обирати по

						<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
							101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

можливості малошумні вентилятори, встановлювати у повітроводах глушители, здійснювати достатню звукоізоляцію вентиляційної камери і стінок повітроводів і при необхідності – віброізоляцію агрегату.

Зниження шуму можна також досягти акустичною обробкою приміщення [11]. Акустична обробка приміщення передбачає вкривання стелі та верхньої частини стін звукопоглинальним матеріалом. Внаслідок цього знижується інтенсивність відбитих звукових хвиль. Додатково до стелі можуть підвішуватись звукопоглинальні щити, конуси, куби, встановлюватись резонаторні екрани, тобто штучні поглиначі. Штучні поглиначі можуть застосовуватись окремо або в поєднанні з личкуванням стелі та стін. Ефективність акустичної обробки приміщень залежить від звукопоглинальних властивостей застосовуваних матеріалів та конструкцій, особливостей їх розташування, об'єму приміщення, його геометрії, місць розташування джерел шуму. Ефект акустичної обробки більший в низьких приміщеннях (де висота стелі не перевищує 6 м) витягнутої форми. Акустична обробка дозволяє знизити шум на 8 дБ.

Заходи щодо зниження шуму слід передбачати на стадії проектування промислових об'єктів та обладнання. Особливу увагу слід звертати на винесення шумного обладнання в окреме приміщення, що дозволяє зменшити число працівників в умовах підвищеного рівня шуму та здійснити заходи щодо зниження шуму з мінімальними витратами коштів, обладнання та матеріалів.

8.2 Розрахунок механізму автоматичного завантаження деталі на верстат

В якості автоматичного завантажувального пристрою приймемо вібробункер з електромагнітним приводом [13] згідно ГОСТ 20796-75.

Габаритні розміри вібробункера залежать від габаритів деталі

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

$$h = (0,2 \div 0,3)D_{cp}, \quad (8.1)$$

де D_{cp} – внутрішній діаметр вібробункера, мм.

$$D_{cp} = (6 \div 12)l_{\delta}, \quad (8.2)$$

де l_{δ} – довжина завантажуваної деталі, $l_{\delta} = 170$ мм.

$$D_{cp} = 10 \cdot 170 = 1700 \text{ мм};$$

$$h = 0,2 \cdot 1700 = 340 \text{ мм.}$$

Крок спірального лотка вібробункера

$$s = 1,5h_{\delta} + \delta, \quad (8.3)$$

де h_{δ} – висота переміщуваної деталі в площині, яка перпендикулярна до її руху по лотку вібробункера, $h_{\delta} = 51$ мм;

δ – товщина стінки лотка, $\delta = 3$ мм [13].

$$s = 1,5 \cdot 51 + 3 \approx 80 \text{ мм.}$$

Кут підйому спірального лотка знаходять з рівності

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi D_{cp}}. \quad (8.4)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{80}{3,14 \cdot 1700} \right) \approx 1^{\circ}.$$

Ширина лотка вібробункера

$$B = b_{\delta} + (2 \div 3), \quad (8.5)$$

де b_{δ} – розмір переміщуваної деталі в напрямку її руху, $b_{\delta} = 170$ мм.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = 170 + 3 = 173 \text{ мм.}$$

Середня продуктивність при встановленому режимі роботи

$$Q_{cp} = \frac{v_{cp} \cdot 60 R_{\partial}}{l_{\partial}}, \quad (8.6)$$

де v_{cp} – середня швидкість переміщення деталей, $v_{cp} = 25$ мм/с [13];

R_{∂} – коефіцієнт заповнення.

Коефіцієнт заповнення лотка вібробункера рівний

$$R_{\partial} = P_{lo} \Delta_{lo}, \quad (8.7)$$

де P_{lo} – ймовірність орієнтованого положення деталей на вихідному лотку;

Δ_{lo} – відносна довжина деталі, мм.

$$P_{lo} = \frac{1}{\sqrt{1 + (d/l_{\partial})^2}}, \quad (8.8)$$

де d – базовий діаметр деталі, $d = 100$ мм.

$$P_{lo} = \frac{1}{\sqrt{1 + (100/170)^2}} \approx 0,79.$$

$$\Delta_{lo} = \frac{l_{\partial}}{l_{\partial} + s'}, \quad (8.9)$$

де s' – середнє значення зазору між рухомими деталями, $s' = 25$ мм.

$$\Delta_{lo} = \frac{170}{170 + 25} \approx 0,87.$$

$$R_{\partial} = 0,87 \cdot 0,79 \approx 0,69.$$

$$Q_{cp} = \frac{25 \cdot 60 \cdot 0,69}{170} = 6,08 \approx 6 \text{ шт./хв.}$$

					ДР 18-385.00.00	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.3 Планування заходів цивільного захисту на промисловому підприємстві у випадку надзвичайних ситуацій

Найбільш повне та організоване виконання заходів цивільного захисту (ЦЗ) на об'єкті досягається завчасною розробкою плану заходів, які необхідно проводити при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій (НС).

План дій органів управління і сил цивільної оборони (ЦО) із запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій розробляється на підставі законодавчих, директивних і нормативних документів і призначений для координації і діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, керівництва промислового підприємства, а також оперативності їх реагування на загрозу і виникнення НС, відвернення або зниження можливої загибелі людей, мінімізація матеріальних збитків і втрат.

План визначає порядок дій і відповідальність керівництва відповідних органів управління підприємств, установ і організацій, а також основні заходи щодо організації і проведення робіт із запобігання і ліквідації НС техногенного і природного походження, узгодження термінів їх виконання, фінансові, матеріальні та інші ресурси, які необхідні для цих заходів і робіт. У план дій включаються заходи щодо захисту робітників і службовців, підтримування виробничої діяльності та інші з урахуванням обстановки після виникнення НС, передбачаються необхідна кількість сил і засобів для ліквідації наслідків НС [11].

План дій органів управління і сил ЦО із запобігання та ліквідації НС – це програма здійснення запобіжних та захисних заходів. Він дозволяє цілеспрямовано та організовано вирішувати завдання ЦО в умовах НС мирного та воєнного часу.

Основу плану складають заходи щодо захисту робітників, службовців і членів їх сімей. При визначенні цих заходів враховується важливість та

										Арк.
										105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДР 18-385.00.00

підготовка пропозицій щодо першочергових робіт; уточнення питань взаємодії; при необхідності виїзд в район НС для організації керівництва.

– сили ЦО об'єкта, що залучаються до виконання аварійно-рятувальних, пошукових та відновлювальних робіт.

– організація забезпечення заходів та дій ЦО.

У розділі визначається порядок організації забезпечення заходів та дій ЦО під час проведення відповідних заходів, а саме завдання розвідки, транспортного, матеріально-технічного, хімічного, медичного, протипожежного забезпечення і охорони громадського порядку.

– організація управління, оповіщення і зв'язку.

У розділі визначаються місця розташування основного та запасного пункту управління ЦО об'єкта, порядок задіяння засобів зв'язку, забезпечення управління, зв'язку і оповіщення при загрозі виникнення і в ході ліквідації НС на всіх її етапах.

Окремо розробляється «План дій органів управління та сил ЦО об'єкта при переведенні з мирного на воєнний стан» за ступенями готовності воєнного часу та при раптовому нападі супротивника. Структура та зміст цього плану практично не змінилися. Крім цього, на об'єкті господарської діяльності розробляються плани служб ЦО щодо забезпечення заходів і дій органів управління і сил ЦО при загрозі і виникненні НС та при переведенні органів управління і сил з мирного на військовий стан.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Вплив машинобудівної галузі на навколишнє середовище

З великого обсягу промислових викидів, що потрапляють у навколишнє середовище, на машинобудування припадає лише незначна його частина – 1...2% [4]. Однак на машинобудівних підприємствах є технологічні процеси і виробництва з вельми високим рівнем забруднення навколишнього середовища. До них відносяться: внутрішньозаводське енергетичне виробництво; ливарне виробництво; металообробка; зварювальне виробництво; гальванічне виробництво; лакофарбове виробництво.

За рівнем забруднення навколишнього середовища гальванічні і фарбувальні цехи машинобудівних підприємств можна порівняти з такими найбільшими джерелами екологічної небезпеки, як хімічна промисловість, металургія, теплові електростанції (ТЕС), які відносяться до числа основних забруднювачів.

Таким чином, машинобудівний комплекс є потенційним забруднювачем навколишнього середовища:

- повітряного простору (викиди газу, пароподібні речовин, димів, аерозолів, пилу і т.п.);
- поверхневих вододжерел (стічні води, витік рідких продуктів або напівфабрикатів і т.п.);
- ґрунту (накопичення твердих відходів, випадання токсичних речовин із забрудненого повітря, стічних вод).

Гальванічне виробництво – одне з найбільш великих джерел утворення стічних вод у машинобудуванні. Основними забруднювачами стічних вод є іони важких металів, неорганічних кислот і лугів, ціаніди.

					ДР 18-385.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЕКОЛОГІЯ	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>					108	5
<i>Перевір.</i>		<i>Комар</i>						
<i>Консульт.</i>		<i>Лясота О.М.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко І.Г.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець М.І.</i>						
						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61</i>		

Забруднювачі, які утворюються в процесі знежирення поверхонь, визначаються типами використовуваних розчинників, в якості яких найбільш широко застосовуються розчини лугів, хлорорганічні розчинники і фреони.

Основними забруднювачами фарбувальних виробництв машинобудівних підприємств є лакофарбові матеріали та їх складові: синтетичні смоли, органічні розчинники, пластифікатори, каталізатори.

Найбільш екологічно небезпечними забруднювачами, що утворюються в ливарному виробництві, є оксид і двоокис сірки і оксиди азоту, а також тверді речовини, що входять до складу ливарних форм. Основними забруднювачами, утвореними в процесі виробництва енергії з вугільного палива на підприємствах машинобудування, є двоокис сірки, оксиди азоту, зважені частки, оксид вуглецю і вуглеводні.

Найбільш екологічно небезпечні забруднювачі при металообробці – індустріальні масла, металевий пил. Тверді відходи машинобудівного виробництва містять амортизаційний брухт (модернізація обладнання, оснащення, інструменту), стружку і пил металів, деревини, пластмас і т.п., шлаки, шлами, опади і пил (відходи систем очищення повітря).

На машинобудівних підприємствах 55% амортизаційного брухту утворюється від заміни технологічного оснащення та інструменту.

Безповоротні втрати металу внаслідок тертя і корозії становлять приблизно 25% від загальної кількості амортизаційного брухту.

Розміри відходів металу у виробництві залежать від кількості металів і сплавів, що підлягають переробці та встановленого коефіцієнта відходів. В основному машинобудівні підприємства мають відходи від виробництва прокату (обрізки, обдирна стружка, окалина); виробництва литва (шлаки, формувальні суміші); механічної обробки (обрізки, стружка, пил). На підприємствах машинобудування відходи становлять до 260 кг на 1 т металу, іноді ці відходи становлять 50% маси оброблюваних заготовок (при листовому штампуванні втрати металу досягають 60%). Основними

									Арк.
									109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДР 18-385.00.00

джерелами утворення відходів легованих сталей є металообробка (84%) і амортизаційний брукт (16%) [4].

Проблема мінімізації екологічного збитку в умовах машинобудівної галузі може вирішуватися в двох напрямках за рахунок:

- підвищення ефективності існуючих методів очищення промислових викидів в навколишнє середовище (стічні води, відпрацьовані гази, дим тощо зважені частки), ліквідації (переробки) твердих відходів;
- впровадження нових альтернативних технологій (екологічно чистих, безвідходних).

9.2 Забруднення які виникають в механічному цеху для виготовлення важеля ПС 10.10.060

В процесі виробництва проводять заготівельні роботи, механічну обробку металів, переробку неметалічних матеріалів, лакофарбові операції і т.п. Для оцінки рівня забруднення навколишнього середовища, що виникнуть в результаті реалізації даного технологічного процесу необхідно проаналізувати технологічний процес виготовлення деталі по операціях ТП.

Основні технологічні операції:

001 – транспортна; 005 – вертикально-фрезерна; 010 – вертикально-свердлильна; 015 – вертикально-свердлильна; 020 – вертикально-свердлильна; 025 – вертикально-фрезерна; 030 – вертикально-свердлильна; 035 – токарна; 040 – вертикально-фрезерна; 045 – розточна; 050 – слюсарна; 055 – промивка; 060 – приймальний контроль.

Виконання цих операцій може супроводжується викидом шкідливих речовин в навколишнє середовище. Проведемо аналіз кожної операції згідно даного технологічного процесу.

Операція 001 – транспортна.

					ДР 18-385.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

На даній операції проводиться транспортування заготовок. Транспортування заготовок з місця на місце, а також міжцехове перевезення заготовок здійснюється цеховими конвеєрами з електроприводом. Вони не завдають значної шкоди навколишньому середовищу, тобто є відносно нешкідливими.

Операції 005...050 – механообробні.

Механічна обробка на верстатах супроводжується виділенням пилу, стружки, туману мастил та емульсій, які через вентиляційну систему викидаються із приміщення. Так, верстати з емульсійним охолодженням виділяють за одну годину на 1 кВт потужності: води 150 г, туману емульсора 0,0063 г. Також виділяються пари фенолу, формальдегіду, стиролу і т.д. [4].

Операція 055 – промивочна. Відповідно характеризується використанням відповідних емульсій з виділенням виробничих парів та газів, які є потенційними забруднювачами навколишнього середовища.

У операції 060 – не задіяне обладнання, яке б забруднювало навколишнє середовище, тобто вона є екологічно безпечною.

Проте при виробництві заготовки для виготовлення важеля найбільшим джерелом шуму та пило - і газовиділення в атмосферу в цеху є штампувальне обладнання, оскільки процес відбувається при попередньому нагріванні вихідної заготовки.

У нашому випадку на проектованій ділянці основним забруднювачем стічних вод буде мастило та нафтопродукти. При роботі металорізальних верстатів певна частина мастила попадає на підлогу цеху через неякісні ущільнювачі, низьку виробничу культуру і т.п., а далі змивається і попадає в стічні води. Мастило, що міститься в стічних водах, частково плаває на поверхні, частково емульсоване. Кількість плаваючого масла в стоках коливається від декількох міліграмів до сотень грам на літр води і залежить від організації технологічного процесу, стану обладнання і т.п.

									Арк.
									111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

9.3 Заходи по зменшенню забруднення довкілля

На проєктованій ділянці можна передбачити наступні заходи для зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище [4]:

а) для зменшення викидів забруднених відходів води на даному підприємстві слід передбачити повторне використання води для технічних потреб, більш раціональне її використання в ході виконання технологічного процесу. Очистка стічних вод на підприємстві в залежності від їх властивостей, концентрації і фракційного складу здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок в полі дії відцентрових сил і фільтрування. Для очищення промислових стоків на виробництві можна рекомендувати використання таких засобів очищення води: маслосбирачі; фарбозбирачі; очисні споруди для фільтрування, хімічного очищення та відстоювання води;

б) в ході механічної обробки деталей відходи (стружка, металолом) слід передбачити обов'язковий їх збір і передачі на спеціальні пункти, де вони будуть направлятись: на переплавку, на пункти збору вторинної сировини для відправки на підприємства металургійної промисловості;

в) при обробці виробів виділяється значна кількість пилу, який забруднює навколишню атмосферу і може привести до тяжких захворювань органів дихання. Повітря на ділянці в основному забруднене частинками туману розміром 0,3-5 мкм та твердими абразивними частинками розміром 0,3-2 мкм. Відповідно для очищення повітря від пилу слід передбачити фільтри в місцевій вентиляції на робочих місцях, а також необхідно передбачити використання спеціальних фільтрів в місцях заточування інструменту;

г) для зменшення стоку ЗОР в довкілля необхідно передбачити використання спеціального устаткування для їх переробки та фільтрування. Рекомендується використання установок для безвідходного розкладання і очищення відпрацьованої емульсії методом мікро-флотаційної технології.

									Арк.
									112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР 18-385.00.00				

ВИСНОВКИ

Під час опрацювання завдань дипломної роботи магістра проведено аналіз технологій, конструкцій сучасного інструменту та оснащення для обробки отворів свердлами із механічним кріпленням пластин, теоретично досліджено вплив конструктивних параметрів інструменту на режими обробки. На основі базового був розроблений економічно доцільніший і ефективніший технологічний процес виготовлення важеля ПС 10.10.060. Було проаналізовано технологічність конструкції деталі, вибрано та обґрунтовано спосіб одержання заготовки, розраховано і призначено припуски та міжопераційні розміри, режими різання, проведено нормування технологічних операцій з вибором технологічного обладнання і ріжучого інструменту.

Спроектовано оснащення для механічної обробки деталі. Під час роботи використано засоби САПР. Розроблено ділянку механічного цеху для виготовлення деталі типу «важіль» та техніко-економічно обґрунтовано запропоновані заходи проекту. А також розглянуто питання по охороні праці, безпеці у надзвичайних ситуаціях та екології на підприємстві.

Розроблено комплект технологічної документації на виготовлення деталі «важіль ПС 10.10.060».

В результаті обґрунтування економічної ефективності запропонованих конструкторсько-технологічних рішень розрахунковий економічний ефект склав 315 960 грн. на річну програму випуску.

					<i>ДР 18-385.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Михальський</i>			ВИСНОВКИ	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Комар</i>					113	1
<i>Консульт.</i>						<i>ТНТУ, каф. ТМ, гр. МТм-61</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Ткаченко</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Афтандіянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство. навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2013. 612 с.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження : навч. посіб. Львів : Світ, 2001. 296 с.
3. Григурко І. О., Брендюля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
4. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
5. Жарков Н. В., Прокди Р. Г., Финков М. В. AutoCAD 2012 : посібник. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2012. 624 с.
6. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
7. Клименков С. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов. Минск : Техноперспектива, 2008. 407 с.
8. Комар Р. В., Бондарук С. А. Дослідження процесів обробки отворів свердлами із змінними пластинами // Матеріали ХІХ наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. С.46-47.
9. Михальський Є. Обробка отворів свердлами із механічним кріпленням пластин : Матеріали ІІ Міжнародної студентської науково-технічної конференції. Тернопіль : ТНТУ, 2019. С.132.
10. Паливода Ю. Є., Капаціла Ю. Б., Ткаченко І. Г. Технологія оброблення важелів та вилок: навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2013. 56 с.
11. Пістун І. П. Охорона праці в галузі машинобудуванні : навч. посіб.

					ДР 18-385.00.00					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
Розроб.		Михальський						Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Комар Р.В.							114	2
Консульт.								ТНТУ, каф.ТМ, гр. МТм-61		
Н. контр.		Ткаченко І.Г.								
Затв.		Пилипець М.І.								

Суми : Университетская книга, 2011. 557 с.

12. Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник. В 2 т. Москва : Машиностроение, 1991.
13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. Москва : Машиностроение, 1985.
14. Франчук В. С. Цивільна оборона : навч. посіб. Вид. 2-ге, доп. Львів : Афіша, 2001. 336 с.
15. Обработка отверстий. Сверление : веб-сайт. URL: <http://www.secotools.com> (дата звернення: 15.11.2019).
16. Сверление. Система подачи СОЖ : веб-сайт. URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата звернення: 15.11.2019).
17. Инструмент для обработки отверстий : веб-сайт. URL: <http://www.taegutec.com.ua> (дата звернення: 15.11.2019).
18. Werkzeuge Bohren : веб-сайт. URL: <http://www.arno.de> (дата звернення: 17.11.2019).
19. Tool innovations in drilling : веб-сайт. URL: <http://www.walter-tools.com> (дата звернення: 17.11.2019).
20. QTD-insert-drill : веб-сайт. URL: <http://www.mapal.com> (дата звернення: 18.11.2019).
21. MVX - высокопроизводительные сверла со сменными пластинами : веб-сайт. URL: <http://www.mitsubishicarbide.com> (дата звернення: 18.11.2019).

					<i>ДР 18-385.00.00</i>	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		