

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломний проект (роботу)

Висококваліфіковане базове технічне проектування
(вказати тему дипломного проекту (роботи))
 департамент ІТДШМЗСМ Використання технологічних процесів з ЧПК
 Студент (ка) *Габурко Ірина Іванівна*

Спеціальність *ІЗТ Проєктування механізмів*
(код, найменування спеціальності)

Обсяг проекту *повний*

Кількість аркушів креслень *7*

Кількість сторінок пояснювальної записки *120*

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень

*1) Технічне завдання, 2) Кінетична частина
 3) Динамічна частина 4) Складання - виконання версією з ЧПК у сучасному виробництві 5) Оцінка економічної ефективності 6) Висновок проєкту*

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню

Висока робота повністю відповідає поставленому завданню

в) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи), рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи

*Виконана робота на достатньому рівні
 використовує сучасні технології машин
 та техніки*

г) негативні особливості виконання проекту (роботи)

Для перевірки виконаної роботи не виявлено особливостей чи вад

д) позитивні особливості *в технологічному процесі використано сучасне обладнання з ЧПК*

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту (роботи)

Графічна частина та пояснювальна

замисла виконані у відповідності до
різких параметрів

є) відгук про проект (роботу) загалом В цілому
машинописна робота згідно з умови
№3-18.14 Тодури Члана Александровича
Будовент високим рівнем шрифтом

ж) інші зауваження 1. Ескіз контрольної карти слід роз-
ділити на 3-4 окремі сторінки;
2. Деякі карти виконано не по ЕСТД;
3. Точковий отвір в циліндровому пристосуванні
виконано не в масштабі.

з) оцінка проекту (роботи) В цілому дипломний
проект з предмета №3-18.14 Тодури Члана
Александровича виконано на задовільно
"задовільно".

Рецензію склав доц.кадр. П.М.Б., к.т.н. Гонгар НВ

(ініціала, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

« 14 » 12 20 19 р.

[11:42:06] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №617 [3] (200043 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:42:19] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №622 [3] (200031 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:42:57] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №627 [3] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:43:29] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №632 [3] (200020 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:44:17] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №637 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:44:30] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №642 [3] (200023 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:23] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №647 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №652 [3] (200024 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:46:40] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №657 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:47:06] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №662 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:47:13] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №667 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:48:29] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №672 [3] (200071 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:49:20] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №677 [3] (200071 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:49:28] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №682 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[11:49:29] Тип проверки: *Стандартная*.

[11:49:29] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 21%)**

[11:49:29] Уникальность текста 75%^В (Проигнорировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Габура І.О., провів зав. навч. лаб. каф. ТМБ Наміров В.М.

12.12.2019р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудування (металургія)
(повне найменування інституту, факультету)

Технологія машинобудування
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

дружній (директорський)
(ступінь вищої освіти)

на тему Впровадження безпечної технологічної процесу виготовлення лопатки РТД шляхом використання багатопараметричних функцій з ЧПК

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи 143-148н

Спеціальності 131 Промислова механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технологія машинобудування
Табурка С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Гіда С.С.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Томчар Н.В.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
Кафедра технології машинобудування
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 131 Тришарна механіка
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ доц Дідра С.І.
« 17 » 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Дідра Чвана Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Впровадження газобого термоеліміного процесу вмотовленні деталей ГТД шмехам
визрістакми багатоперіаційних верітатів з ЧПК
керівник проекту (роботи) доц Дідра С.І.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 26 » 11 2019 року № 417

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) середньохетали, шетакса ГТД
Програма випуску $n=1000$ Детакса спец. завдання:
векрістакми верітатів з ЧПК в сумарній
виробдкцтві.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна частакса, Рекетруктурна
частакса, Програма шетакса, Спеціалізаційні розділи,
Вірка економічної еркатівності, Охорона праці

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

Середньохетали, креслення деталей; шетакса
вмотовленні деталей, креслення реєрної шетакса;
шетакса розробки шетакса в САП системі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	при випи завд
Технол.	Дерес І зав. курсом	02.09.19	02.09.19
Комп'ютер.	Дерес І зав. курсом	-	-
Проект.	Дерес І зав. курсом	-	-
Адміністр.	Дерес І зав. курсом	-	-
	Шмирко В. І, к.т.н., доц	ВКС 41019	
Нормоконтроль	Логомюков, к.т.н., доц		

7. Дата видачі завдання « 02 » 09 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Поз
1	Технологічна частина	25.10.19	
2	Комп'ютерна частина	11.10.19	
3	Проектна частина	20.10.19	
4	Спеціальний розділ	2.11.19	
5	Вінітка економічної ефективності	2.10.19	
6	Варіант проекту		

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)

[Підпис]
(підпис)

[Підпис] О.О.
(прізвище та ініціали)

[Підпис]
(підпис)

Дерес І
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 119 стор., 21 рис., 16 табл., 3 додатка, 32 джерел.

Об'єкт дослідження – лопатка авіаційного двигуна ТВЗ-117

Метод дослідження - розрахунково-аналітичний

Мета дипломного проекту - розробка технологічного процесу виготовлення лопатки та використання станків з ЧПК

В роботі спроектований технологічний процес виготовлення лопатки, обрано обладнання, інструмент, розраховані режими різання, спроектовані робоче та контрольне пристосування, проведені економічні розрахунки, передбачені заходи, спрямовані на забезпечення безпечної роботи персоналу.

ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ВЕРСТАТ, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОНТРОЛЬНЕ ПРИСТОСУВАННЯ.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	9
1.2 Матеріал деталі та його властивості	10
1.3 Термообробка	11
1.4 Аналіз способу отримання заготовки	12
1.5 Аналіз конструкції деталі на технологічність	15
1.6 Вибір технологічних баз	18
1.7 Базовий ТП та його аналіз	21
1.8 Вдосконалений ТП	23
1.9 Розрахунок режимів різання	24
1.10 Технічне нормування операцій	44
1.11 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ (з використанням САМ-модулів)	51
2 Конструкторська частина	52
2.1 Проектування робочого пристосування	52
2.2 Проектування контрольного пристосування	58
3 Проектна частина	60
3.1 Автоматизація зміни інструментів на верстатах з ЧПУ	60
3.2 Розрахунок деталі на міцність	66
4 Спеціальний розділ	68
4.1 Використання верстатів з ЧПУ в сучасному виробництві	68
4.2 Вимоги до персоналу, що працює на верстатах з ЧПУ	78
5 Оцінка економічної ефективності	80
6 Охорона праці	87
6.1 Аналіз потенційних небезпек	87
6.2 Заходи по забезпеченню безпеки	88
6.3 Навчання з охорони праці як один із заходів забезпечення безпеки	90
6.4 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	93
6.5 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки	96
6.6 Заходи по безпеки у надзвичайних ситуаціях	97
Висновки	104
Перелік посилань	105
Додаток А Специфікація на робоче пристосування	107

Додаток Б Специфікація на контрольне пристосування

110

Додаток В Програма

112

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ТП – технологічний процес.

МИД – маршрут виготовлення деталі.

МОП – маршрут обробки поверхні.

МОЗ – маршрут обробки заготовки.

ТО – термічна обробка.

ГКМ – горизонтально-кувальні машини

КГШП – кривошипні гаряче штаповані преси

ЧПУ – числове програмне управління

ПБ – похибка базування

ОЦ – обробні центри

СМП – спеціальні металеві пластини

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

ЕМП – електро-магнітне поле

ДСН – державні санітарні норми

ДБН – державні будівельні норми

НПАОП – нормативно-правові акти з охорони праці

НАСФ – позаштатні аварійно-рятувальні формування

НС – надзвичайна ситуація

МВС – Міністерство внутрішніх справ

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва до ринкової економіки перед ним виникає безліч різних завдань які вимагають негайного і правильного рішення щодо продуктивності та якості виготовлення продукції. Це потребує використання прогресивних технологічних процесів випуску продукції та застосування високопродуктивного технологічного обладнання, скорочення тривалості виробничого циклу виготовлення деталей і всього виробу.

На сучасних машинобудівних підприємствах широко використовується механізоване та автоматизоване обладнання, спеціальні переналагоджувальні пристосування, групові та типові технологічні процеси.

Широко використовується програмне забезпечення на етапах конструкторської та технологічної підготовки, що скорочує час при створенні робочих та складальних креслень деталей та конструкцій, їх узгодження та запуск у виробництво.

Використання у виробництві багатокординатних верстатів з ЧПК дозволяє обробляти деталі за одну установку, швидко переналагоджувати їх та за мінімальний час обробляти будь-які деталі.

Метою магістерської роботи є розробка технологічного процесу виготовлення лопатки з урахуванням всіх перерахованих вище вимог. Для цього необхідно вирішити такі завдання: визначити спосіб отримання заготовки, спроектувати маршрут обробки заготовки, вибрати обладнання та інструмент, розрахувати режими різання, спроектувати робоче та контрольне пристосування, розрахувати собівартість виготовлення деталі, призначити заходи з охорони праці.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Лопатка (рис. 1.1) має профільну частину (перо), що складається зі спинки 1 та корита 2 і дві цапфи (маленьку 3 і велику 4).

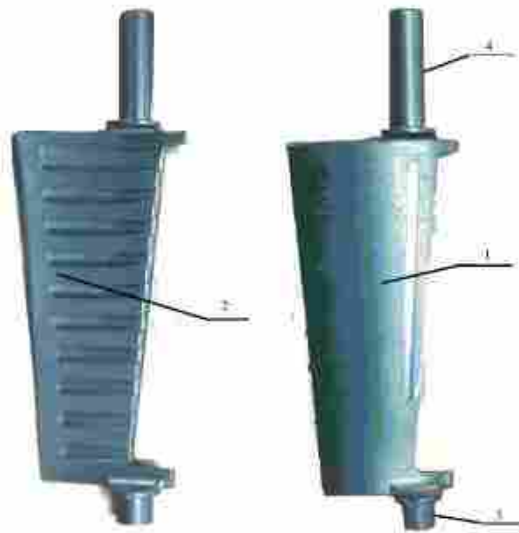


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд лопатки

На цапфах лопатки напресовані сталеві втулки. На втулках монтуються сферичні кільця, за допомогою яких лопатка спирається на сферичні втулки опор. Лопатка закріплена своїми цапфами в зовнішньому і внутрішньому кільцях в сферичних опорах і обертається навколо своєї поздовжньої осі за допомогою ведучого кільця, з'єднані шарнірно з важелями. Сферичні опори запобігають зцімлення цапф при невеликій деформації лопаток, корпусу компресора, спричиненої експлуатаційними навантаженнями і нерівномірними змінами температури стінок корпусу. На верхні цапфи встановлюються важелі, виготовлені з титанового сплаву.

1.2 Матеріал лопатки та його властивості

Лопатка виготовлена зі сталі 12Х18Н10Т, що пов'язано з її використання до 600 ° С.

У таблицях 1.1 - 1.6 наведені хімічний склад та властивості сталі 12Х18Н10Т

Таблиця 1.1 - Хімічний склад в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
до0.12	до0.8	до2	9-11	до0.02	до 0.035	17-19	до 0.3	0.4-1	~67

Таблиця 1.2 - Ударна в'язкість сталі 12Х18Н10Т КСУ, (Дж/см²)

T= +20 °С	T= -40 °С	T= -75 °С
286	303	319

Таблиця 1.3-Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т при підвищених температурах

Температура випробувань, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / см ²)
Загартування 1050-1100 °С, охолодження на повітрі					
20	225-315	550-650	46-74	66-80	215-372
500	135-205	390-440	30-42	60-70	196-353
550	135-205	380-450	31-41	61-68	215-353
600	120-205	340-410	28-38	51-74	196-358
650	120-195	270-390	27-37	52-73	245-353
700	120-195	265-360	20-38	40-70	255-353

Таблиця 1.4 - Чутливість стали 12Х18Н10Т до охрупчування при старінні

Час, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см
Початковий стан		274

5000	600	186-206
5000	650	176-196

Таблиця 1.5 - Жаростійкість сталі 12Х18Н10Т

Середа	Температура, °С	Група стійкості або бал
Повітря	650	2-3
	750	4-5

Таблиця 1.6 - Фізичні властивості сталі 12Х18Н10Т

Т (Гра д)	$E \cdot 10^{-5}$ (МПа)	$\alpha \cdot 10^6$ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R 10^9 (Ом·м)
20	1.98		15	7920		725
100	1.94	16.6	16		462	792
200	1.89	17	18		496	861
300	1.81	17.2	19		517	920
400	1.74	17.5	21		538	976
500	1.66	17.9	23		550	1028
600	1.57	18.2	25		563	1075
700	1.47	18.6	27		575	1115
800		18.9	26		596	
900		19.3				

1.3 Термічна обробка лопатки

В процесі виготовлення лопатки термообробка виконується після штамповки з метою зменшення напружень, твердості і підвищення пластичності заготовки.

У таблиці 1.7 наведені режими термообробки

Таблиця 1.7 - Режими термообробки

	t°, З	Витримка, ч	умови охолодження
режим I			
загартування	1090-1120	8	На повітрі
подвійне старіння			
1-е старіння	850±10	4-8	На повітрі
2-е старіння	780±10	10-16	На повітрі
Продовження таблиці 1.7			
режим II			
загартування	1080±10	8	На повітрі
старіння	780±10	16	На повітрі

1.4 Аналіз способу отримання заготовки

Маючи відпрацьоване робоче креслення, технічні вимоги, яким повинна відповідати готова деталь, і знаючи кількість деталей, які потребують подальшого виготовлення у одиницю часу по незмінному кресленню, приступають до вибору економічного виду напівфабрикату і методу отримання заготовки деталі.

В одних випадках можна виготовляти заготовку, максимально наближену за якісними показниками (розмірами, формою, шорсткості поверхні, механічними властивостями, хімічним складом, якістю поверхневого шару матеріалу) до вимог готової деталі, що скорочує втрати, пов'язані з її перетворенням в готову деталь. Однак вартість такого

напівфабрикату зростає зі збільшенням ступеня його наближення до вимог готової деталі і підвищенням рівня самих) тих вимог.

Інші напівфабрикати або заготовки, що відрізняються меншим ступенем наближення до вимог готової деталі, коштують менше, але вимагають великих наступних витрат по їх перетворенню в готову деталь (наприклад, шляхом обробки різанням).

Отже, з кількох можливих варіантів перетворення напівфабрикату в готову деталь необхідно використовувати найбільш економічний.

У серійному виробництві заготовки виготовляються з поковок і штамповок на молотах, горизонтально-кувальних машинах (ГКМ), кривошипних гаряче-штампованих пресах (КГШП). У другому і третьому випадку знижуються припуски і допуски на заготовку, зменшується витрата металу, отже збільшується коефіцієнт використання матеріалу.

Так як дана деталь відноситься до деталей типу лопатка, доцільно отримувати заготовку на кривошипних гаряче-штампованих пресах (КГШП)

Лопатка виходить шляхом штампування на горизонтально-кувальної машині (ГКР). Цей метод в 2 - 3 рази продуктивніше штампування на молотах; припуски і допуски зменшуються на 20 - 35%, а витрата матеріалу поковки на 10-15%. Економія отримання заготовки по проектуваному варіанту буде отримана за рахунок зміни ступеня точності поковки. У заводському варіанті технологічного процесу застосовується кування нормальної ступеня точності, а в проектному варіанті пропонується виготовляти її підвищеного ступеня точності. Це призведе до зниження припусків на обробку, внаслідок чого зменшиться маса заготовки.

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$C_{зп} = \frac{C}{1000} \cdot m_{зн} - (m_{зн} - m_{д}) \cdot \frac{C_{отх}}{1000} \quad (1.2)$$

де C - вартість 1 тони матеріалу заготовки, C = 5300 грн. / т;

$m_{д}$ - маса готової деталі, $m_{д} = 1,515$ кг;

$C_{отх}$ - вартість 1 тони відходів, $C_{отх} = 374$ грн. / Т;

$m_{\text{зн}}$ - маса заготовки.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$m_{\text{зн}} = V_{\text{общ}} \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho, \quad (1.3)$$

де d - діаметр заготовки, мм;

L - довжина заготовки, $L = 173$ мм;

ρ - щільність матеріалу заготовки, $\rho = 7,8$ г / см³

$$m_{\text{зн1}} = \frac{3,14 \cdot 45^2}{4} \cdot 152,5 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 1,9 \text{ кг}$$

$$m_{\text{зн2}} = \frac{3,14 \cdot 94^2}{4} \cdot 20,5 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 1,13 \text{ кг}$$

Маса заготовки нормальної точності

$$m_{\text{зн}} = m_{\text{зн1}} + m_{\text{зн2}} \quad (1.4)$$

$$m_{\text{зн}} = 1,9 + 1,13 = 3,03 \text{ кг}$$

Вартість заготовки становить:

$$\tilde{N}_{\text{ці}} = \frac{5300}{1000} \cdot 3,03 - (3,03 - 1,515) \cdot \frac{374}{1000} = 15,49 \text{ аї}$$

Коефіцієнт використання матеріалу розраховується за формулою:

$$\eta = \frac{m_{\text{а}}}{m_{\text{цаа}}} \quad (1.5)$$

$$\eta = \frac{1,515}{3,03} = 0,5$$

Вартість штампованої заготовки підвищеної точності визначається за формулою:

$$Z_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m_{зп} \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_M \cdot K_n \right) - (m_{зп} - m_d) \cdot \frac{C_{отх}}{1000}, \quad (1.6)$$

де C_i – базова собівартість 1 т заготовок, грн;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності штамповок;

K_M – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності штампування;

K_v – коефіцієнт, що залежить від маси штампування;

K_n – коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва;

$m_{зп}$ – маса заготовки, кг;

m_d – маса готової деталі, кг;

$C_{отх}$ – ціна 1т відходів, грн.

Зробимо розрахунок маси заготовки в проектному варіанті за формулами (1.3), (1.4)

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 93^2}{4} \cdot 19,5 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,9 \text{ кг}$$

$$m_2 = \frac{3,14 \cdot 45^2}{4} \cdot 150 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 1,8 \text{ кг}$$

$$m_{зп} = 0,9 + 1,8 = 2,7 \text{ кг}$$

Вартість заготовки становить:

$$C_{заг} = \left(\frac{5300}{1000} \cdot 2,4 \cdot 1,05 \cdot 1,21 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (2,7 - 1,515) \cdot \frac{374}{1000} = 13,77 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta = \frac{1,515}{2,7} = 0,56$$

Економічний ефект визначається як різниця вартостей заготовок Сзаг, порівнюваних методів:

$$\Delta\phi = C_{заг_1} - C_{заг_2} \quad (1.7)$$

$$\Delta\phi = (15,49 - 13,77) \cdot 1500 = 2580 \text{ грн.}$$

В результаті порівняння двох видів заготовок можна зробити висновок, що отримання заготовки підвищеного ступеня точності найбільш доцільно з економічної точки зору.

Отримані дані заносимо в табл. 1.3

Таблиця 1.3 - Порівняння методів отримання заготовки

показники	позначення	Од. вимір.	КГМ нормальн ої точності	ГКР підвищен ої точності
1	2	3	4	5
маса заготовки	m	кг	3,03	2,7
Базова вартість 1т заготовки	Сі	грн.	5300	

Вартість 1т стружки	Сотх	грн	374	
Вартість однієї заготовки	Сзаг	грн	15,49	13,77
Коеф.іспользованія матеріалу	η		0,5	0,56

1.5 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність конструкції деталі визначається як сукупність властивостей конструкції деталі, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску і умов виконання робіт.

Високий рівень технологічності деталі формується завдяки тому, що передбачена можливість використання при її виготовленні типових технологічних рішень. Наприклад, стандартизація елементів конструкції - канавок для виходу інструменту, радіусів заокруглення, фасок і тому подібних елементів - призводить до зниження витрат на підготовку відповідного технологічного інструменту і оснастки.

Конструкція деталі, форма, розміри, точність сполучених і не спряжуваних поверхонь дозволяють виконувати технологічну обробку існуючими прогресивними методами на високопродуктивному обладнанні з використанням високо стійких, твердосплавних інструментів.

На кресленні деталі виконано раціональна постановка розмірів, використаний принцип суміщення конструкторських, технологічних і вимірювальних баз. Параметри баз (точність, шорсткість) деталі забезпечують достатню точність її установки при обробці і контролі. Проставлення розмірів дозволяє контролювати за допомогою стандартного інструменту і забезпечує їх отримання на попередньо налаштованих верстатах. У конструкції деталі відсутні елементи, що перешкоджають вільному доступу інструменту до місця обробки чи контролю.

Фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі, її форма і розміри відповідають вимогам технології виготовлення, зберігання і транспортування.

Технологічність конструкції оцінюється за допомогою наступних показників:

1.5.1 Коефіцієнт використання заготовки

-

q - маса деталі, кг;

Q - маса заготовки, кг.

$$K_{ВЗ} = 0,031/0,110 = 0,281 < 0,8$$

За цим показником деталь нетехнологічна.

1.5.2 Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

-

Q_{УЕ} - кількість уніфікованих елементів;

Q_е - загальне число конструктивних елементів.

$$K_{КЕ} = 24/19 = 1,26 > 0,6$$

За даним показником деталь технологічна.

1.5.3 Оптимальна точність геометричних характеристик оцінюється коефіцієнтом точності обробки

$$A_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

-середній квалітет точності деталі;

A_i - квалітет точності поверхні;

n_i-кількість розмірів відповідного квалітету.

Таблиця 1.8 - Оптимальна точність геометричних розмірів для визначення $K_{т.о}$

Кількість розмірів відповідного квалітету									$\sum A_i \cdot n_i$	$\sum n_i$	АСР	$K_{т.о}$
7	8	10	11	12	13	14	15	16	443	36	12,	0,91
2	2	1	8	1	9	1	4	7			3	7

г

г

Деталь відноситься до деталей нормальної точності, тому що $K_{т.о} > 0,8$.

1.5.4 Оптимальна шорсткість поверхонь деталі оцінюється коефіцієнтом шорсткості

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_{iu}}{\sum_{i=1}^n n_{iu}}$$

середній клас шорсткості деталі;

B_i - клас шорсткості і його поверхні;

n_i - кількість поверхонь відповідного класу шорсткості;

Таблиця 1.9 - Оптимальна шорсткість для визначення $K_{ш}$.

Кількість розмірів відповідного класу шорсткості			$\sum B_i \cdot n_i$	$\sum n_i$	B_{cp}	$K_{ш}$
5	6	7	230	38	6,05	0,165
5	26	7				

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 5 + 6 \cdot 26 + 7 \cdot 7}{5 + 26 + 7} = \frac{230}{38} = 6,05 ;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}$$

$$K_{ш} = \frac{1}{6,05} = 0,165 > 0,16$$

Деталь відносимо до добре оброблюваних так як $K_{ш} > 0,16$.

1.5.5 Вибір раціональної заготовки

1) Матеріал заготовки підбраний з урахуванням оптимального співвідношення фізико-механічних властивостей і ціною.

2) Форма заготовки після штампування має максимально наближені розміри до деталі (мінімальні припуски).

3) Матеріал задовільно обробляється лезовим інструментом (різець, свердло, фреза, протяжка) і абразивним інструментом (шліфувальний круг).

1.5.6 Технологічність форми

1) Заготівля деталі має технологічні бази-поверхні, які забезпечують надійне і зручне закріплення деталі на верстаті.

2) Заготівля має достатню жорсткість для надійного закріплення на верстаті, виключення деформацій на високих режимах обробки і досягнення необхідної точності, а також при контролі розмірів.

3) під час закріплення заготовки на верстаті існує зручний підвід, врізання і вихід інструменту.

4) Заготівля відносно добре контролюється і обробляється.

1.5.7 Раціональна постановка розмірів

Розміри проставлені раціонально, так як вони забезпечують:

- 1) Об'єднання конструкторських, складальних і технологічних баз.
- 2) Об'єднання технологічних і вимірювальних баз.
- 3) Можливість обробки на попередньо налаштованих верстатах з ЧПУ.
- 4) Використання простих пристосувань, ріжучого і вимірювального інструмента.
- 5) Надійність і простоту вимірювання при обробці і після виготовлення.
- 6) Раціональність послідовності обробки елементарних поверхонь.

1.6 Вибір технологічних баз

Технологічна база визначає положення лопатки на верстаті, щодо траєкторії руху ріжучого інструменту і знаходиться в безпосередньому контакті з елементами пристосування.

При виборі технологічних баз необхідно дотримуватися принципу сталості баз, що підвищує точність обробки і сприяє використанню однотипних пристроїв та схем установки.

У опер.020 готуємо бази, зрізуючи дефектний поверхневий шар заготовки після штампування і термообробки, підрізаючи торець 1, для чорнової і чистової обробки деталі (рис. 1.2)



Рисунок 1.2 Операція 020

У опер. 021 в 3-х кулачковому патроні обробляємо начисто велику цапфу (рис. 1.3)

У опер. 023 в пристосуванні обробляємо начисто малу цапфу (рис. 1.3).

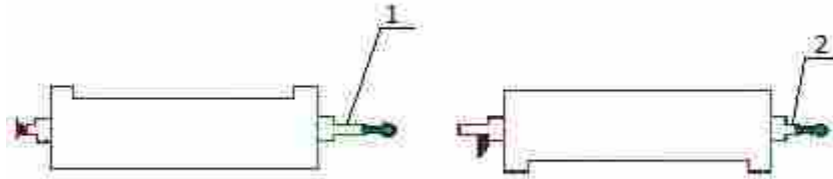


Рисунок 1.3 Операція 021 та 023

У опер.070 фрезеруємо спинку лопатки 1, базуючи деталь за цапфи з упором в корито лопатки на пристосування і затисненням за самі цапфи (рис. 1.4).

У опер.075 фрезеруємо корито лопатки 2 базуючи деталь за цапфи з упором в спинку лопатки на пристосування і затисненням за самі цапфи (рис. 1.4).

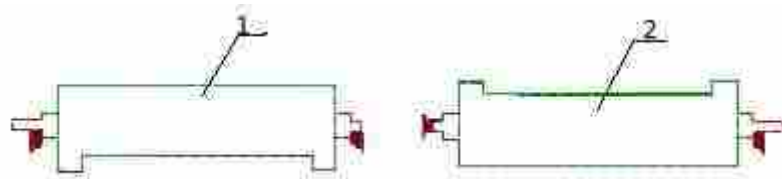


Рисунок 1.4 Операція 070 та 075

У опер.090 фрезеруємо паз 1 по спинці лопатки базуючи деталь за цапфи з упором в корито лопатки на пристосування і затисненням за самі цапфи (рис. 1.5).

У опер.095 фрезеруємо 10 пазів 2 по кориту лопатки базуючи деталь за цапфи з упором в спинку лопатки на пристосування і затисненням за самі

цапфи (рис. 1.5).

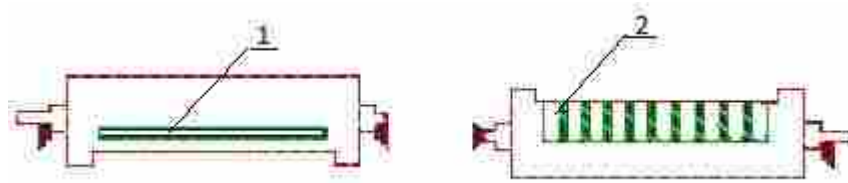


Рисунок 1.5 Операція 090 та 095

При виконанні фрезерних і свердлильних операцій використовуються спеціальні пристосування.


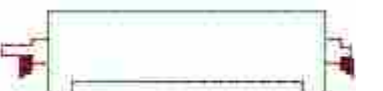



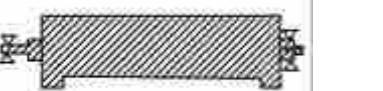
З кожною операцією шорсткість поверхонь стає меншою, що супроводжує підвищення точності баз.

1.7 Аналіз базового технологічного процесу механічної обробки

Операції базового технологічного процесу наведені у таблиці 1.10

Таблиця 1.10 – Базовий маршрут обробки деталі

Операція		Ескіз
A	Заготівельна	
005	Нормалізація	
010	Контрольна	
020	Фрезерно-центрувальна	
021	Токарна	

023	Токарна	
035	Слюсарна	
040	Очистка	
047	Контрольна	
070	Фрезерна з ЧПУ	
075	Фрезерна з ЧПУ	
085	Контрольна	
090	Фрезерна з ЧПУ	
095	Фрезерна з ЧПУ	
091	Нормування	
098	Слюсарна	
100	Слюсарна	
102	Токарна	
103	Слюсарна	
104	Вібро-шліфувальна	
105	Очистка	
110	Контроль	
116	Електроерозійна	

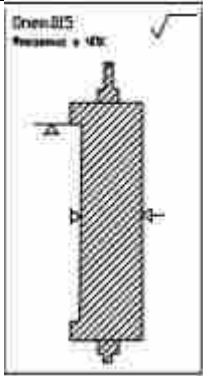


120	Свердлильна	
125	Слюсарна	
130	Очистка	
145	Люм1-ов	
150	Полірувальна	
155	Слюсарна	

1.8 Вдосконалений ТП

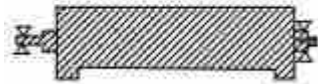
При використанні багатOVERстатних верстатів з ЧПУ. Можливе об'єднання операцій 023,070,075,090,095 для обробки на одному верстаті ,щоб підвищити точність та продуктивність обробки. Маршрут виготовлення лопатки зазначений у таблиці 1.11

Таблиця 1.11 – Маршрут виготовлення лопатки за вдосконаленим технологічним процесом

Вдосконалення		Ескіз
А	Заготівельна	
005	Нормалізація	
010	Контрольна	

015	Фрезерно-центрувальна	<p>Опер.015 Фрезерно-центрувальна з ЧПК ✓</p> 
020	Токарна	<p>Опер.020 Токарна з ЧПК ✓ Токарний верстат SUDAM 1,700 2000</p> 
025	Токарна-фрезерна	<p>Опер.025 Токарно-фрезерна з ЧПК ✓ Токарно-фрезерний верстат SUDAM 1,700 2000</p> 
030	Слюсарна	
035	Очистка	
040	Контрольна	
045	Нормування	

Продовження таблиці 1.11

050	Слюсарна	
055	Слюсарна	
060	Токарна	<p>Опер.060 Токарна ✓</p> 

065	Слюсарна	
070	Вібро-шліфувальна	
075	Очистка	
080	Контроль	
085	Електроерозійна	
090	Свердлильна	
095	Слюсарна	
100	Очистка	
105	Люм1-ов	
110	Полірувальна	
115	Слюсарна	

1.9 Розрахунок режимів різання

1.9.1 Операція №015 – Фрезерно-центрувальна

вертикально-фрезерний верстат ЧПУ Twinhorn VK-1055

Паспортні дані верстата:

Розмір столу	1200 x 500 мм
Частота обертання шпинделя, хв-1	8000
Хід X/Y/Z	1055x500x550 мм
Конус шпинделя:	BT 40
Контроль	VL
Потужність електродвигуна головного приводу	20

На рисунку 1.6 зазначений технологічний ескіз до операції 015

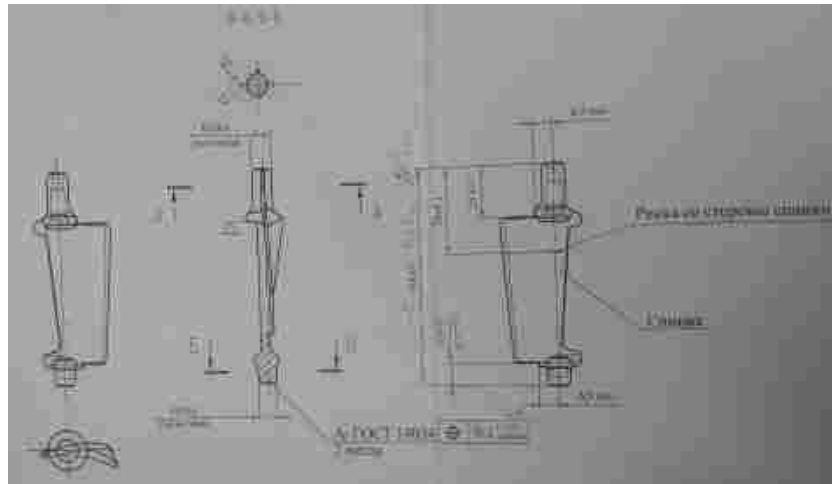


Рисунок 1.6 - Операційний ескіз до операції №015

1-й перехід – чистова обробка розмірів $38 \pm 0,1$ та $24,4 + 0,2$

Фреза $\varnothing 10 R1$

Глибина різання: $= 3,2$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{різ} = 24,4 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 3 = 4 \text{ мм [5]}$$

$$L_{px} = 24,4 + 4 = 28,4 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0}, \quad (1.17)$$

$$S_{0T} = 0,88 \text{ мм / об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{SII} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{SII} \cdot K_{SФ} \cdot K_{SM} \cdot K_{S3} \quad (1.18)$$

K_{SII} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{SII} = 0,8$;

$K_{SЖ}$ - коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{SЖ} = 1,0$;

K_{Si} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{Si} = 1,0$;

$K_{S\phi}$ - коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{S\phi} = 1,0$;

K_{SM} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу $K_{SM} = 0,78$;

K_{S3} - коефіцієнт, що враховує вплив загартування $K_{S3} = 0,8$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,499 ,$$

$$S_0 = 0,88 \cdot 0,499 = 0,44 \text{ м, / об ,}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,4 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v , \quad (1.19)$$

$$v_T = 29 \text{ м / хв [4]}$$

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{VM} \cdot K_{VI} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{V\psi} \cdot K_{VT} \cdot K_{V0} \cdot K_{VP} , \quad (1.20)$$

K_{VM} - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM} = 0,58$;

K_{VI} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI} = 1,3$;

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{V\phi} = 1,0$;

$K_{V\psi}$ - коефіцієнт, що враховує вплив МОР, $K_{V\psi} = 1,0$;

K_{VT} - коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{VT} = 1,2$;

K_{V0} - коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{V0} = 1,0$;

K_{VP} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{VP} = 0,8$.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_v = 0,58 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,72,$$

$$v = 29 \cdot 0,72 = 20,88, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (1.21)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20,88}{3,14 \cdot 10} = 664,96, \text{ хв}$$

Уточнюємо обороти за паспортом верстата $n = 665 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (1.22)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 665}{1000} = 20,88, \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час:

$$t_M = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n}, \quad (1.23)$$

$$t_M = \frac{28,4}{0,4 \cdot 665} = 0,10, \text{ хв}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.24)$$

коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6].

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (1.25)$$

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24,$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 3,2^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 19,34^0 \cdot 1,24 = 4071,4 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.26)$$

$$N = \frac{4071,4 \cdot 20,88}{1020 \cdot 60} = 1,39 \leq 11, \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Перехід 2 - Зробити фаску на 1 отвір $\varnothing 3,42 \pm 0,2$

Свердло центрувальне 2317-0001.

Глибина різання: $t=0,06$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{рез} + y$$

$$L_{різ} = 3,3 \text{ мм}$$

$$y = 2 \text{ мм [5]}$$

$$L_{px} = 3,3 + 2 = 5,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу по формулі (1.17)

$$S_{0m} = 1,7 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

$$K_{S0} = K_{sd} \cdot K_{SM}, \quad (1.27)$$

K_{sd} - коефіцієнт враховуючий тип оброблюваного отвору, $K_{sd}=1,0$;

K_{SM} – коефіцієнт враховуючий марку оброблюваного матеріалу,
 $K_{SM}=0,37$.

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_{S_0} = 1,0 \cdot 0,37 = 0,26,$$

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,37 = 0,26, \text{ мм/об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0=0,35$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання:

$$v = v_T \cdot k_v, \quad (1.28)$$

$$v_T=4,1 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.20):

K_{VM} - коефіцієнт що враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM}=1,0$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI}=1,3$;

K_{Vd} – коефіцієнт, що враховує тип отвору, $K_{Vd}=1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{V0}=1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{VT}=1,0$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{VI}=1,0$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3,$$

$$v = 4,1 \cdot 1,3 = 5,33, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 5,33}{3,14 \cdot 5,7} = 297,79, \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n=298 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата, розраховуємо по формулі(1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 5,7 \cdot 298}{1000} = 5,33, \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору:

$$t_M = \frac{L_{\text{ПХ}}}{S_0 \cdot n}, \quad (1.29)$$

$$t_M = \frac{5,3}{0,35 \cdot 298} = 0,05 \text{ хв}$$

Машинне час для обробки:

$$t_M = 1 \cdot 0,05 = 0,05 \text{ хв}$$

Розраховуємо крутний момент [6]:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \quad (1.30)$$

Коефіцієнт C_M і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,72^{2,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 18,54, \text{ Н/м}$$

K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності, розраховуємо по формулі(1.25):

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

Розраховуємо осьову силу різання:[6]:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.31)$$

Коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6]:

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,72^{1,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 7415,2 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (1.32)$$

$$N = \frac{18,54 \cdot 298}{9750} = 0,56 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Зробити переверот деталі

1-й перехід – чистова обробка розмірів $9,7 \pm 0,1$

Фреза $\varnothing 10 \text{ R1}$

Глибина різання: $= 3,2 \text{ мм}$

Довжина робочого ходу:

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + y$$

$$L_{\text{різ}} = 9,7 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 3 = 4 \text{ мм [5]}$$

$$L_{\text{рх}} = 3,3 + 4 = 13,7 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу по формулі (1.20):

$$S_{0T} = 0,88 \text{ мм / об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

K_{Sn} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{Sn} = 0,8$;

$K_{Sж}$ - коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{Sж} = 1,0$;

K_{Si} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{Si} = 1,0$;

$K_{S\phi}$ - коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{S\phi} = 1,0$;

K_{SM} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{SM} = 0,78$;

K_{S3} - коефіцієнт, що враховує вплив загартування $K_{S3} = 0,8$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,499,$$

$$S_0 = 0,88 \cdot 0,499 = 0,44 \text{ м, / об,}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,4 \text{ мм / об}$

Розраховуємо швидкість різання: по формулі (1.19):

$$v_T = 29 \text{ м / хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.12)

K_{VM} - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM} = 0,58$;

K_{VI} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI} = 1,3$;

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{V\phi} = 1,0$;

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, що враховує вплив МОР, $K_{V\phi} = 1,0$;

K_{VT} - коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{VT} = 1,2$;

K_{V0} - коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{V0} = 1,0$;

$K_{Vп}$ - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{Vп} = 0,8$.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_V = 0,58 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,72$$

$$v = 29 \cdot 0,72 = 20,88 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 20,88}{3,14 \cdot 10} = 664,96 \text{ хв}$$

Уточнюємо обороти за паспортом верстата $n = 665 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата розраховуємо по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 665}{1000} = 20,88 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час розраховуємо по формулі (1.29):

$$t_M = \frac{13,7}{0,4 \cdot 665} = 0,05, \text{ хв}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.33)$$

коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25) [6].

$$K_p = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24, \text{ хв}$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 3,2^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 19,34^0 \cdot 1,24 = 4071,4,$$

Розраховуємо потужність різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.34)$$

$$N = \frac{4071,4 \cdot 0,05}{1020 \cdot 60} = 0,003 \leq 11, \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Перехід 2 - Зробити фаску на 1 отвір $\varnothing 3,42 \pm 0,2$

Свердло центрувальне 2317-0001.

Глибина різання: $t=0,06$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px}=L_{рез}+y$$

$$L_{рез}=3,3 \text{ мм}$$

$$y=2 \text{ мм [5]}$$

$$L_{px}=3,3+2=5,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу розраховуємо по формулі (1.17):

$$S_{0m}=1,7 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу розраховуємо по формулі (1.27).

K_{Sd} - коефіцієнт враховуючий тип оброблюваного отвору, $K_{Sd}=1,0$;

K_{SM} – коефіцієнт враховуючий марку оброблюваного матеріалу, $K_{SM}=0,37$.

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 0,37 = 0,26,$$

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,37 = 0,26, \text{ мм/об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0=0,35$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання розраховуємо по формулі (1.19):

$$v_T=4,1 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.12).

K_{VM} - коефіцієнт що враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM}=1,0$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI}=1,3$;

K_{Vd} – коефіцієнт, що враховує тип отвору, $K_{Vd}=1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{V0}=1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{VT}=1,0$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{VI}=1,0$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3,$$

$$v = 4,1 \cdot 1,3 = 5,33, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту розраховуємо по формулі (1.21).

$$n = \frac{1000 \cdot 5,33}{3,14 \cdot 5,7} = 297,79, \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n=298$ хв -1

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата розраховуємо по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 5,7 \cdot 298}{1000} = 5,33, \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору розраховуємо по формулі (1.29)

$$t_M = \frac{5,3}{0,35 \cdot 298} = 0,05, \text{ хв}$$

Машинне час для обробки:

$$t_M = 1 \cdot 0,05 = 0,05, \text{ хв}$$

Розраховуємо крутний момент розраховуємо по формулі (1.30) [6].

Коефіцієнт C_M і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,72^{2,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 18,54, \text{ Н/м}$$

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25) [6].

$$K_p = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

Розраховуємо осьову силу різання розраховуємо по формулі (1.31) [6].

Коефіцієнт C_p і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,72^{1,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 7415,2, \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання розраховуємо по формулі (1.32):

$$N = \frac{18,54 \cdot 298}{9750} = 0,56 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальна машинний час на операцію:

$$t_M = 0,1 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,25, \text{ хв}$$

1.9.2 Операція №020 - Токарна з ЧПУ

Верстат токарний з ЧПУ DOOSAN LYNX 300M

Паспортні дані верстата:

Рекомендований діаметр обробки (мм)	76
Максимальний діаметр обробки (мм)	450
Максимальна довжина обробки (мм)	765
Діаметр розточного оправлення (Борштанги) (мм)	40
Розміри інструменту для точіння зовнішнього діаметру (мм)	25×25
Число інструментальних позицій (шт)	12
Швидкість шпинделя (об / хв)	3500

S_{0m} – табличне значення подачі, $S_{0m} = 0,3$ мм/об [4],

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу розраховуємо по формулі (1.20) [4];

$$K_{S0} = K_{СП} \cdot K_{СЖ} \cdot K_{СИ} \cdot K_{СФ} \cdot K_{СМ} \cdot K_{СЗ} , \quad (1.35)$$

$K_{СП}$ – коефіцієнт, враховує стан обробленої поверхні, $K_{СП} = 1,0$;

$K_{СЖ}$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{СЖ} = 1,0$;

$K_{СИ}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{СИ} = 1,0$;

$K_{СФ}$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{СФ} = 1,0$;

$K_{СМ}$ – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу $K_{СМ} = 0,78$;

$K_{СЗ}$ – коефіцієнт, що враховує вплив загартування, $K_{СЗ} = 1,0$.

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78 ,$$

$$S_0 = 0,11 \cdot 0,78 = 0,086 , \text{ мм/об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0 = 0,09$ мм/об.

Розраховуємо швидкість різання розраховуємо по формулі (1.19):

$$v_T = 53 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.20):

K_{VM} - коефіцієнт враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM} = 0,58$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту $K_{VI} = 1,3$;

$K_{VФ}$ – коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані $K_{VФ} = 1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує вплив СОЖ $K_{V0} = 1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує вид обробки $K_{VT}=1,0$;

$K_{VЖ}$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи $K_{VЖ}=1,0$;

K_{VP} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні $K_{VP}=1,0$.

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_V = 0,58 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,754,$$

$$v = 53 \cdot 0,754 = 39,96, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя розраховуємо по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 39,96}{3,14 \cdot 8,5} = 1497,18, \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n=1500 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих обертів верстата розраховуємо по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 1500}{1000} = 40,035, \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час розраховуємо по формулі (1.23):

$$t_M = \frac{25,8}{0,09 \cdot 40,035} = 7,1, \text{ хв}$$

Розраховуємо силу різання розраховуємо по формулі (1.24):

Коефіцієнт C_p та показники ступеню у формулі обираємо по [6].

K_p - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25). [6].

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24,$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 0,43^{1,0} \cdot 0,09^{0,75} \cdot 39,4^0 \cdot 1,24 = 178,8, \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання розраховуємо по формулі (1.26):

$$N = \frac{178,7 \cdot 40,035}{1020 \cdot 60} = 0,11 \leq 15, \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна станка.

2-й перехід – чорнове точіння поверхні 3

Різець підрізний BK10XOM R0,8 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t=0,4$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{piz} + y$$

$$L_{piz} = 22,8 \text{ мм}$$

$$y = 1 + 2 = 3 \text{ мм [5]}$$

$$L_{px} = 22,8 + 3 = 25,8$$

Розраховуємо подачу розраховуємо по формулі (1.17):

$$S_{0m} = 0,3 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу розраховуємо по формулі (1.29)

$K_{СП}$ – коефіцієнт, враховує стан обробленої поверхні, $K_{СП} = 1,0$;

$K_{СЖ}$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{СЖ} = 1,0$;

$K_{СИ}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{СИ} = 1,0$;

$K_{S\Phi}$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{S\Phi} = 1,0$;

K_{SM} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{SM} = 0,78$.

K_{S3} – коефіцієнт, що враховує вплив загартування, $K_{S3}=1,0$;

Значення коефіцієнтів розраховуємо по формулі (1.34) [4].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78,$$

$$S_0 = 0,11 \cdot 0,78 = 0,086 \text{ м / об ,}$$

Коригуємо по паспорту станка $S_0=0,09$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання розраховуємо по формулі (1.19):

$$v_T=53 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.19)

K_{VM} - коефіцієнт враховуючий марку оброблюваного матеріалу $K_{VM}=0,58$;

K_{VI} – коефіцієнт враховуючий матеріал інструменту $K_{VI}=1,3$;

$K_{V\phi}$ – коефіцієнт враховуючий вплив кута в плані $K_{V\phi}=1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт враховуючий вплив СОЖ $K_{V0}=1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт враховуючий вид обробки $K_{VT}=1,0$;

$K_{Vж}$ – коефіцієнт враховуючий жорсткість технологічної системи $K_{Vж}=1,0$;

$K_{Vп}$ – коефіцієнт враховуючий стан оброблюваної поверхні $K_{Vп}=1,0$.

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_V = 0,58 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,754,$$

$$v = 53 \cdot 0,754 = 39,96 \text{ м / хв ,}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 39,96}{3,14 \cdot 7,7} = 1652,74, \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо оберти по паспорту станка $n=1653$ хв⁻¹

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата розраховуємо по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 7,7 \cdot 1653}{1000} = 39,96,$$

Розраховуємо машинний час по формулі (1.23):

$$t_{M1} = \frac{25,8}{0,09 \cdot 39,96} = 7,1, \text{ хв}$$

Розраховуємо силу різання по формулі (1.34):

Коефіцієнт C_p та показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

K_p - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25). [6].

$$K_p = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24,$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0,43^{1,0} \cdot 0,09^{0,75} \cdot 39,4^0 \cdot 1,24 = 178,8, \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання по формулі(1.26):

$$N = \frac{178,7 \cdot 39,96}{1020 \cdot 60} = 0,11 \leq 15, \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна станка.

3-й перехід - чистова підрізка торця З

Різець підрізний ВК10ХОМ R0,4 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t=0,25$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_{piz} + y$$

$$L_{piz} = 22,8 \text{ мм}$$

$$y=1+2=3 \text{ мм [5]}$$

$$L_{px}=22,8+3=25,8 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу по формулі (1.17):

$$S_{0m}=0,3 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу розраховуємо по формулі (1.18)

$K_{СП}$ – коефіцієнт, враховує стан обробленої поверхні $K_{СП}=1,0$;

$K_{СЖ}$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи $K_{СЖ}=1,0$;

$K_{СИ}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту $K_{СИ}=1,0$;

$K_{S\phi}$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні $K_{S\phi}=1,0$;

K_{SM} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу $K_{SM}=0,78$.

K_{S3} – коефіцієнт, що враховує вплив загартування $K_{S3}=1,0$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,78 = 0,78 ,$$

$$S_0 = 0,11 \cdot 0,78 = 0,086 , \text{ мм/об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0=0,09$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання по формулі (1.19) [4]:

$$v_T=53 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання

K_{VM} – коефіцієнт враховуючий марку оброблюваного матеріалу;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI}=1,3$;

$K_{V\phi}$ – коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{V\phi}=1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує вплив СОЖ, $K_{V0}=1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{VT}=1,0$;

$K_{VЖ}$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи, $K_{VЖ}=1,0$;

$K_{VП}$ – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{VП}=1,0$.

Значення коефіцієнтів обираємо по формулі (1.20) [4].

$$K_V = 0,58 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,754,$$

$$v = 53 \cdot 0,754 = 39,96, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 39,96}{3,14 \cdot 7,2} = 1767,51, \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n=1767 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата по формулі (1.14):

$$v = \frac{3,14 \cdot 7,2 \cdot 1767}{1000} = 39,94,$$

Розраховуємо машинний час розраховуємо по формулі (1.23):

$$t_{M1} = \frac{25,8}{0,09 \cdot 40,035} = 7,1, \text{ хв}$$

Розраховуємо силу різання розраховуємо по формулі (1.24):

Коефіцієнт C_P та показники ступеню у формулі обираємо по [6].

K_P - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25). [6].

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24,$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 0,43^{1,0} \cdot 0,09^{0,75} \cdot 39,4^0 \cdot 1,24 = 178,8, \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання по формулі (1.26):

$$N = \frac{178,7 \cdot 39,94}{1020 \cdot 60} = 0,11 \leq 15, \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата

Загальна машинний час на операцію

$$t_M = 7,1 + 7,1 + 7,1 = 21,3, \text{ хв}$$

1.9.7 Операція №090 - Свердлильна

Станок радіально-свердлильний 2A53

Паспортні данні станка:

Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя, мм	400
Число швидкостей шпинделя	21
Конус Морзе отвору шпинделя	5
Частота обертів шпинделя, хв-1	20-2000
Число подач шпинделя	12
Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5
Найбільша сила подачі, МН	16
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	5,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	5585
ширина	1930
висота	3470
маса, кг	12600

На рисунку 1.8 зазначений операційний ескіз до операції 090

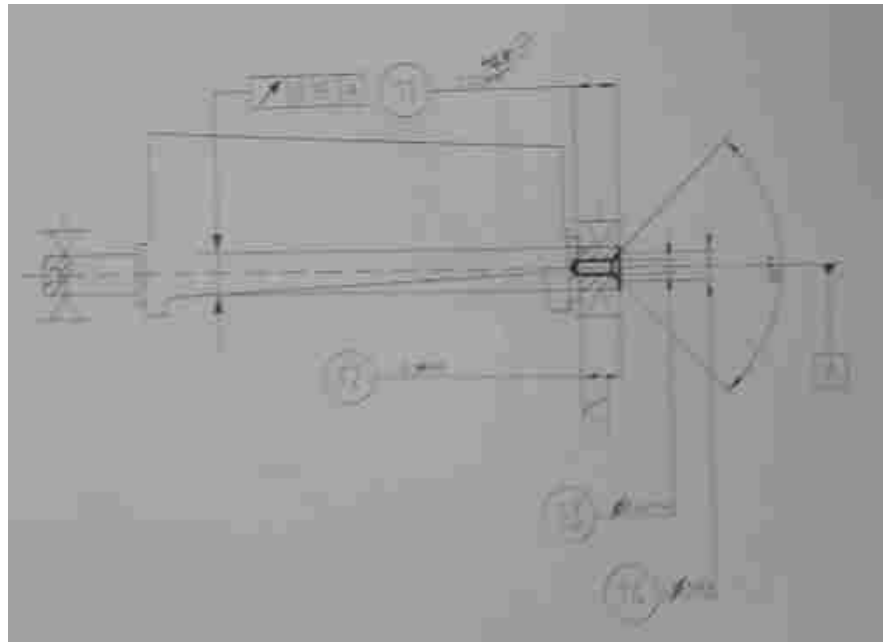


Рисунок 1.8 - Операційний ескіз до операції №090

Перехід 1 - Свердлити 1 отвір $\varnothing 3,42+0,2$

Свердло $\varnothing 3,5$ з твердого сплаву Р6М5 з конічним хвостовиком.

Глибина різання: $t=0,15$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{рх} = L_{рез} + y$$

$$L_{різ} = 5,3 \text{ мм}$$

$$y = 2 \text{ мм [5]}$$

$$L_{рх} = 5,3 + 2 = 7,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу по формулі (1.17):

$$S_{0T} = 1,25 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу

Значення коефіцієнтів обираємо по формулі (1.18) [4].

$$K_{S0} = 1,0 \cdot 0,23 = 0,23$$

$$S_0 = 1,25 \cdot 0,23 = 0,29, \text{ мм/об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0 = 0,3$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання по формулі (1.19):

$$v_T = 3,7 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.12):

$K_{VM} = 0,77$ – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI} = 1,0$;

K_{Vd} – коефіцієнт, що враховує тип отвору $K_{Vd} = 1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує умови обробки $K_{V0} = 1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту $K_{VT} = 1,0$;

K_{Vn} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні $K_{Vn} = 0,77$.

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_V = 0,77 \cdot 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,593$$

$$v = 3,7 \cdot 0,593 = 2,19, \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту розраховуємо по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 2,19}{3,14 \cdot 3,5} = 199,27 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо оберти по паспорту станка $n = 200 \text{ хв}^{-1}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 8,2 \cdot 200}{1000} = 5,15 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору по формулі (1.23):

$$t_M = \frac{7,3}{0,3 \cdot 200} = 0,12 \text{ хв}$$

Машинний час для обробки 1-го отвору:

$$t_M = 1 \cdot 0,12 = 0,12 \text{ м2м}$$

Розраховуємо крутний момент по формулі (1.30):

Коефіцієнт C_M и показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,5^{2,0} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1,24 = 15,81H \quad м$$

K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.25)[6].

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

Розраховуємо осьову силу різання розраховуємо по формулі (1.31)[6].

Коефіцієнт C_P та показники ступеня у формулі обираємо по [6].

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1,24 = 6488,75H$$

Розраховуємо потужність різання розраховуємо по формулі (1.32):

$$N = \frac{15,81 \cdot 200}{9750} = 0,32 \leq 5,5 \text{ к Вт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Перехід 2 - Зробити фаску на 1 отвір $\emptyset 3,42 \pm 0,2$

Свердло центрувальне 2317-0001.

Глибина різання: $t=0,06$ мм

Довжина робочого ходу:

$$L_{рх} = L_{рез} + y$$

$$L_{різ} = 3,3 \text{ мм}$$

$$y = 2 \text{ мм [5]}$$

$$L_{рх} = 3,3 + 2 = 5,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо подачу розраховуємо по формулі (1.17):

$$S_{0T0} = 1,7 \text{ мм/об [4]}$$

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу розраховуємо по формулі (1.27):

K_{Sd} - коефіцієнт враховуючий тип оброблюваного отвору; $K_{Sd} = 1,0$

K_{SM} - коефіцієнт враховуючий марку оброблюваного матеріалу, $K_{SM} = 0,37$

Значення коефіцієнтів обираємо по [4].

$$K_{S_0} = 1,0 \cdot 0,37 = 0,26$$

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,37 = 0,26 \text{ м, / об}$$

Корегуємо по паспорту станка $S_0=0,35$ мм/об

Розраховуємо швидкість різання по формулі (1.28):

$$v_T=4,1 \text{ м/хв [4]}$$

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховуємо по формулі (1.12):

K_{VM} - коефіцієнт що враховує марку оброблюваного матеріалу, $K_{VM}=1,0$;

K_{VI} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{VI}=1,3$;

K_{Vd} – коефіцієнт, що враховує тип отвору, $K_{Vd}=1,0$;

K_{V0} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{V0}=1,0$;

K_{VT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{VT}=1,0$;

Значення коефіцієнтів вибираємо по [4].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3$$

$$v = 4,1 \cdot 1,3 = 5,33 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання інструменту по формулі (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot 5,33}{3,14 \cdot 5,7} = 297,79 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо обороти по паспорту верстата $n=298$ хв⁻¹

Розраховуємо дійсну швидкість різання з урахуванням прийнятих оборотів верстата розраховуємо по формулі (1.22):

$$v = \frac{3,14 \cdot 5,7 \cdot 298}{1000} = 5,33 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо машинний час для обробки одного отвору розраховуємо по формулі (1.23):

$$t_M = \frac{5,3}{0,35 \cdot 298} = 0,05 \text{ хв}$$

Машинне час для обробки:

$$t_M = 1 \cdot 0,05 = 0,05_{\text{м}},0$$

Розраховуємо крутний момент по формулі (1.30) [6]:

Коефіцієнт C_M і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,72^{2,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 18,54 \text{ Н м}$$

K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності розраховуємо по формулі (1.31). [6].

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

Розраховуємо осьову силу різання розраховуємо по формулі (1.32) [6].

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$$

Коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6].

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 8,72^{1,0} \cdot 0,35^{0,7} \cdot 1,24 = 7415,2 \text{ Н}$$

Розраховуємо потужність різання по формулі (1.33):

$$N = \frac{18,54 \cdot 298}{9750} = 0,56 \leq 5,5 \text{ кВт}$$

що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Загальна машинний час на операцію:

$$t_M = 0,12 + 0,05 = 0,17_{\text{м}}7_{\text{м}}$$

1.10 Технічне нормування механічних операцій

1.10.1 Операція №015 – Фрезерно-центрувальна

Основний час на операцію:

$$T_e = 0,25 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_B = t_{уст} + t_{пер} + \sum t_{пер} + t_{изм} \quad (1.29)$$

де $t_{уст}$ - час на установку і зняття деталі;

$t_{пер}$ - час пов'язане з переходом на прохід;

$\sum t_{пер}$ - час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс;

$t_{изм}$ - час на контрольні вимірювання.

$$t_{уст} = 0,85 \text{ хв [7]}$$

$$t_{пер} = 0,20 \text{ хв [7]}$$

$$t_{пер} = 0,18 \text{ хв [7]}$$

За [7] вибираємо час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс:

$$t_{вімк і вимк} = 0,01 \text{ хв}$$

$$t_{зміна.велич.подачі} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{уст зняти інструм.} = 0,13 \text{ хв}$$

$$t_{пост і зняти конд. втулку.} = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{вімк і вимк охоложд} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{поверн. присп на осі під кутом фіксації} = 0,11 \text{ хв}$$

$$\sum t_{пер} = 0,01 + 0,03 + 0,13 + 0,06 + 0,03 + 0,11 = 0,37 \text{ хв}$$

$$t_{зміна} = 0,06 \text{ хв [2, табл. 310, стор.205]}$$

$$T_B = 0,85 + 0,20 + 0,37 + 0,18 + 0,37 + 0,06 = 2,03 \text{ хв}$$

Оперативне час:

$$T_{оп} = T_e + T_B \quad (1.30)$$

$$T_{оп} = 0,25 + 2,03 = 2,28 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{\text{пр}} = (\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{тех.орг}} + \alpha_{\text{отд}}) \cdot T_{\text{оп}} \quad (1.31)$$

$$\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг.тех}} = 2,0\% [7]$$

$$\alpha_{\text{отд}} = 4\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2+4}{100} \cdot 28,31 = 1,7\text{м},7$$

Штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{е}} + T_{\text{в}} + T_{\text{пр}} \quad (1.32)$$

$$T_{\text{шт}} = 0,25 + 2,03 + 1,7 = 3,98 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{п.з.}} = t_{\text{п.з.н.}} + t_{\text{п.з.}} \quad (1.33)$$

$$t_{\text{п.з.наладка верстата}} = 9 \text{ хв}$$

$$t_{\text{п.з.отрим.інтср.}} = 5 \text{ хв} [7]$$

$$T_{\text{п.з.}} = 9 + 5 = 14 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш.к.} = T_{ш.т.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ хв} \quad (1.34)$$

$$n = \frac{a \cdot N}{250} \quad (1.35)$$

$$n = \frac{10 \cdot 5000}{250} = 200 \text{ дет.}$$

$a = 10$ - періодичність запуску

$N = 5000$ шт.- програма випуску

$$T_{ш.к.} = 3,98 + \frac{14}{200} = 4,05 \text{ м5м}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{см} = \frac{492}{T_{ш.к.}} \quad (1.36)$$

$$q_{см} = \frac{492}{4,05} = 10,37 \text{ дет}$$

492 - тривалість робочої зміни 5-ти денного робочого тижня.

1.10.2 Операція №020- Токарна

Основний час на операцію:

$T_e = 21,3$ хв

Допоміжний час:

$$T_B = t_{уст} + t_{B1} + t_{B2} + t_{B3} + t_{B4} \quad (1.37)$$

$$t_{\text{уст}} = 3,18 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер1}} = 0,49 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер2}} = 0,53 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер3}} = 0,53 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер4}} = 0,49 \text{ хв [7]}$$

За [7] вибираємо час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс:

$$t_{\text{змін.число оборотів}} = 0,04 \text{ хв}$$

$$t_{\text{уст зняти інструм.}} = 0,7 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пост огорожу від стружки.}} = 0,10 \text{ хв}$$

$$\sum t_{\text{пер}} = 0,04 + 0,10 + 0,7 = 1,24 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін1}} = 0,20 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін2}} = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін3}} = 0,20 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін4}} = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{\text{в1}} = 0,49 + 1,24 + 0,09 = 2,22 \text{ хв}$$

$$t_{\text{в2}} = 0,53 + 1,24 + 0,20 = 2,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{в3}} = 0,53 + 1,24 + 0,2 = 2,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{в4}} = 0,49 + 1,24 + 0,09 = 2,22 \text{ хв}$$

$$T_B = 3,18 + 2,37 \cdot 2 + 2,22 \cdot 2 = 13,7 \text{ хв}$$

Оперативне час визначаємо по формулі (1.30):

$$T_{\text{оп}} = 21,3 + 13,7 = 35 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію визначаємо по формулі (1.31):

$$\alpha_{\text{техн}} + \alpha_{\text{орг.тех}} = 2,5\% [7]$$

$$\alpha_{\text{отд}} = 4\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2,5 + 4}{100} \cdot 107,77 = 7 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію визначаємо по формулі (1.32):

$$T_{\text{шт}} = 35 + 13,7 + 7 = 55,7 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо по формулі (1.33):

$$t_{\text{п.з.наладка верстата}} = 6 \text{ хв}$$

$$t_{\text{п.з.получ.інтср.}} = 10 \text{ хв} [7]$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 + 6 = 16 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо по формулі (1.34):

$$T_{\text{ш.к.}} = 55,7 + \frac{16}{200} = 55,78 \text{ хв}$$

Змінна норма виробітку:

$$q_{\text{см}} = \frac{492}{T_{\text{ш.к.}}} = \frac{492}{55,78} = 8,82 \text{ дет}$$

492 - тривалість робочої зміни 5-ти денного робочого тижня.

1.10.3 Операція №095 - Свердлильна

Основний час на операцію:

$$T_e = 0,17 \text{ хв}$$

Допоміжний час визначаємо по формулі (1.29):

$t_{\text{уст}}$ - час на установку і зняття деталі;

$t_{\text{пер}}$ - час пов'язане з переходом на прохід;

$\Sigma t_{\text{пер}}$ - час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс;

$t_{\text{змін}}$ - час на контрольні вимірювання.

$$t_{\text{уст}} = 0,85 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,20 \text{ хв [7]}$$

За [7] вибираємо час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс:

$$t_{\text{вімк і вимк}} = 0,01 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін.веліч.подачі}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{уст зняти інструм.}} = 0,13 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пост і зняти конд. втулку.}} = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{вімк і вимк охолодж}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{поверн. присп на осі під кутом фіксації}} = 0,11 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,01 + 0,03 + 0,13 + 0,06 + 0,03 + 0,11 = 0,37 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін}} = 0,06 \text{ хв}$$

$$T_B = 0,85 + 0,20 + 0,37 + 0,06 = 1,48 \text{ мин}$$

Оперативне час визначаємо по формулі (1.30):

$$T_{\text{оп}} = 0,17 + 1,48 = 1,65 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію визначаємо по формулі (1.31) [7].

$$\alpha_{\text{техн}} + \alpha_{\text{орг.тех}} = 2,0\%$$

$$\alpha_{\text{отд}} = 4\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2 + 4}{100} \cdot 1,55 = 0,09 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію визначаємо по формулі (1.32):

$$T_{\text{шт}} = 0,17 + 1,65 + 0,09 = 1,91 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо по формулі (1.33):

$t_{п.з.наладка\ верстата} = 9 \text{ хв}$

$t_{п.з.получ.інтср.} = 5 \text{ хв [7]}$

$$T_{п.з.} = 9 + 5 = 14 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо по формулі (1.34):

$$n = \frac{a \cdot N}{250} = \frac{10 \cdot 5000}{250} = 200 \text{ дет}$$

$a = 10$ - періодичність запуску

$N = 5000$ шт.- програма випуску

$$T_{ш.к.} = 1,91 + \frac{14}{200} = 1,98 \text{ хв}$$

Змінна норма виробітку визначаємо по формулі (1.36):

$$q_{см} = \frac{492}{1,98} = 248,48$$

492 - тривалість робочої зміни 5-ти денного робочого тижня.

1.10.4 Операція №0110 - Полірувальна

Основний час на операцію:

$$T_e = 5,05 \text{ хв}$$

Допоміжний час визначаємо по формулі (1.29):

$t_{уст}$ - час на установку і зняття деталі;

$t_{пер}$ - час пов'язане з переходом на прохід;

$t_{пер}$ - час на прийоми пов'язані з переходом, що не увійшли в комплекс;

$t_{змін}$ - час на контрольні вимірювання.

$$t_{уст} = 0,65 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,52 \text{ хв [7]}$$

$$t_{\text{перекл. оборот}} = 0,04 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,04 \text{ хв}$$

$$t_{\text{змін}} = 0,26 \text{ хв [7]}$$

$$T_B = 0,65 + 0,52 + 0,04 + 0,26 = 1,47 \text{ мин}$$

Оперативний час визначаємо по формулі (1.30):

$$T_{\text{оп}} = 5,05 + 1,47 = 6,52 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію визначаємо по формулі (1.31):

$$\alpha_{\text{техн}} + \alpha_{\text{орг.тех}} = 2,0\% [7]$$

$$\alpha_{\text{отд}} = 6\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2 + 6}{100} \cdot 6,52 = 0,52 \text{ м, 5}$$

Штучний час на операцію визначаємо по формулі (1.32):

$$T_{\text{шт}} = 5,05 + 1,47 + 0,52 = 7,04 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо по формулі (1.33):

$$T_{\text{п.з. наладка верстата}} = 11 \text{ хв}$$

$$t_{\text{п.з. правка шліфов. круга}} = 2,5 \text{ хв}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 11 + 2,5 = 13,5 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо по формулі (1.34):

$$T_{\text{ш.к.}} = 704 + \frac{13,5}{200} = 7,1 \text{ хв}$$

Змінна норма виробітку визначаємо по формулі (1.36):

$$q_{\text{см}} = \frac{492}{T_{\text{ш.к.}}} = \frac{492}{7,1} = 69,3 \text{ дет}$$

492 - тривалість робочої зміни 5-ти денного робочого тижня.

Отримані дані заносимо в таблицю 1.12

Таблиця 1.12 - Норми часу механічних операцій

№ опера	Назва Опер.	Основний час, хв	допоміжне час, хв	оперативне час, хв	штучний час, хв	Штучно-калькуляційний час, хв
		Тшт	Тшт	Тшт	Тшт	Тшт.к
005	Заготівельна	100,34	14	114,34	121,77	121,85
010	Контрольна	9,1	8	17,1	22,1	22,14
015	Фрезерно-центрувальна	0,25	2,03	2,28	3,98	4,05
020	Токарна	21,3	13,7	35	55,7	55,78
025	Токарно-фрезерна	218,06	16,77	234,83	247,29	247,74
030	Слюсарна	2,5	0,73	3,26	3,52	3,55
035	Очистка	0,1	2,37	2,47	2,63	2,71
040	Контрольна	18,2	16	34,2	44,2	44,29
045	Нормування	0,1	2,37	2,47	2,63	2,71
050	Слюсарна	2,5	0,73	3,26	3,52	3,55
060	Токарна	26,28	1,67	27,95	29,63	29,7
070	Вібро-шліфувальна	5,05	1,47	6,52	7,04	7,1
075	Очистка	29,86	5,59	35,45	39,17	39,32
080	Контроль	18,2	16	34,2	44,2	44,29
085	Електроерозійна	13,56	1,98	15,54	16,47	16,54
090	Свердлильна	5,05	1,47	6,52	7,04	7,1
095	Слюсарна	2,5	0,73	3,26	3,52	3,55
100	Очистка	0,1	2,37	2,47	2,63	2,71
105	Люм 1-ов	115,77	5,59	121,36	125,08	125,23
110	Полірувальна	5,05	1,47	6,52	7,04	7,1
115	Слюсарна	2,5	0,73	3,26	3,52	3,55
Всього						794,56

1.11 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПУ (з використанням САМ-модулів)

Для того, щоб створити технологічну операцію в програмі NX, треба:

1. Підготувати модель до обробки
2. Створити новий проект
3. Проаналізувати геометрію
4. Створення / Редагування батьківських груп
5. Система координат
6. Площина безпеки
7. Геометрії деталі й заготовки
8. Створення нового проекту
9. Ріжучий інструмент
10. Створення операції
11. Перевірка програм

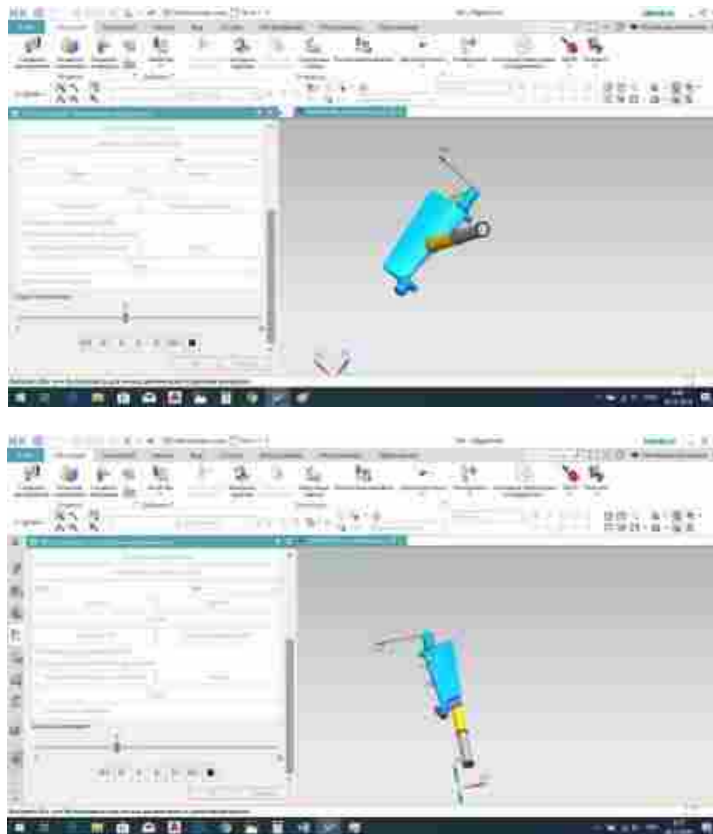


Рисунок 1.9 – Обробка лопатки

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

Технологічне оснащення - додаткові пристрої до технологічного устаткування (верстатів, агрегатів), призначені для установки оброблюваних деталей і ріжучого інструменту, при їх правильному положенні в процесі роботи.

Складність технологічних процесів виготовлення деталей двигунів обумовлює застосування великої кількості різноманітних конструкцій пристосувань.

Важливим параметром у виробництві є виготовлення деталей з дотриманням заданої точності. Це призводить до вибору різних схем закріплення заготовки в різних кріпильних механізмах.

Застосування цангових затискачів істотно збільшує продуктивність і точність при виготовленні деталей, так як цанги мають властивість самоцентрувати оброблювану деталь і дозволяють легко проводити зміну оброблюваних деталей, що позитивно відбивається в масовому виробництві деталей.

2.1.1. Призначення конкретного виду пристосування

Цангами називають різні пружні втулки, які можуть центрувати і закріплювати заготовки по зовнішній і внутрішній поверхнях. Цангові механізми широко застосовуються для затиску пруткового матеріалу, а також коротких штучних заготовок.

Конструкції цанг бувають двох типів: тягнуть і штовхають.

Перші застосовуються для закріплення пруткового матеріалу, другі для закріплення штучних заготовок. Так як радіальне переміщення всіх пелюсток цанги відбувається одночасно і з однаковою швидкістю, то механізм набуває властивість самоцентрування. Число пелюсток цанги залежить від її робочого

діаметра d і профілю затискаємо заготовок. Для збереження працездатності цанги деформація її пелюсток не повинна виходити за межі пружної зони. Це висуває підвищені вимоги до точності базового діаметра заготовки, який повинен бути виконаний не груба 9 квалітету. Цанги виготовляють зі сталі У8А або 65Г, великі цанги зі сталі 15ХА або 12ХН3А.

Похибка центрування обумовлена неточністю виготовлення цангових патронів і становить 0,05 ... 0,1 мм.

2.1.2. Опис конструкції і роботи пристрою

Поздовжні прорізи перетворюють кожен пелюстку цанги в консольно-закріплену балку, яка отримує радіальні пружні переміщення при поздовжньому русі цанги за рахунок взаємодії конусів цанги і корпусу. Так як радіальні переміщення всіх пелюсток цанги відбуваються одночасно і з однаковою швидкістю, то механізм набуває властивість само центрування.

Оскільки радіальні переміщення всіх пелюсток цанги відбуваються одночасно і з однаковою швидкістю, то цанговий механізм набуває властивість само центрування.

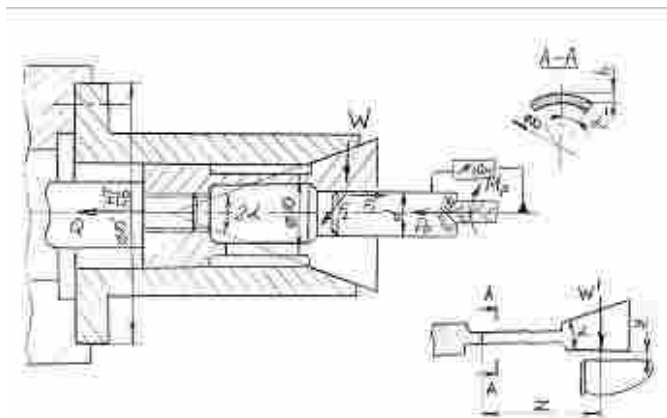


Рисунок 2.1 – Схема механізму з цангою

За рахунок сили Q , створеної повітрям, що нагнітається в пневмоциліндр через золотник пелюстки цанги починають стискати

заготовку. Зусилля передається штоком. Відбувається вибірка зазору у. Таким чином заготовка і центрується і закріплюється.

У порівнянні з трикулачковим патроном, цанговий механізм забезпечує більш швидке закріплення заготовки, а також центрування. Дуже зручний і застосовується в серійному виробництві. До недоліків можна віднести - вузький діапазон закріплюються заготовок, тобто для кожного діаметра існує своя цанга.

2.1.3. Обґрунтування вибраних матеріалів пристосування

За рекомендаціями в якості матеріалу для цанги, вибираємо сталь У8А ГОСТ В-1435-45, термічна обробка - розжарювати, твердість 55-60 HRCe робочої частини, 32-35 HRCe хвостовій частині. Корпус пристосування виготовляють зі сталі 40Х ГОСТ 4543-71. Матеріал оброблюваної заготовки - Д16Т; перехідного фланця - 40Х.

2.1.4. Розрахунок на точність

Допуск на вихідний розмір буде витриманий при виконанні наступної умови:

$$\delta\Sigma = \tau + P + \delta\Pi \leq a_u \quad (2.1)$$

$\delta\Sigma$ - очікувана похибка обробки, яка складається з похибки, пов'язаної з методом обробки (τ), Похибки установки деталі в пристосування (P) і похибки установки пристосування на верстат ($\delta\Pi$);

a_u - допуск на вихідний розмір.

Похибка, пов'язана з методом обробки (τ), Визначається жорсткістю технологічної системи (биттям посадкової поверхні оправлення щодо осі центрів), температурними деформаціями, зносостійкість інструменту. Для даної операції $\tau = 0,02$ мм (див. вихідні дані).

Похибка установки деталі в пристосування (P) складається з похибок базування (P_b), закріплення (P_z) і неточності пристосування ($P_{\Pi P}$).

$$P = 1,2 \sqrt{P_b^2 + P_z^2 + P_{\Pi P}^2} \quad (2.2)$$

Похибка базування (Рб) дорівнює найбільшому зазору на сторону між базою (в даному випадку пелюстками цанги) і циліндричним інсталяційний елементом деталі ($\varnothing 7,2 h8$).

До розрахунку похибка базування деталі в пристосування

Похибка базування:

$$P_{\delta} = \frac{S_{\max}}{2} \quad (2.3)$$

$$P_{\delta} = \frac{0,15}{2} = 0,075$$

похибка закріплення $P_z = 0$.

Похибка неточності пристосування складається з похибки виготовлення (Різг) і похибки зносу (Різня). В даному випадку похибка виготовлення: Різг = 0,01 мм, а похибка зносу: Різня = 0,01 мм.

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{ізл}} + P_{\text{ізня}} = 0,02 \text{ мм.}$$

Тоді похибка установки:

$$P = 1,2 \cdot \sqrt{0,075^2 + 0^2 + 0,02^2} = 0,077 \text{ мм.}$$

похибка обробки δ_n , Пов'язана з установкою пристосування на верстат складається з двох складових δ_{n1} , δ_{n2} , Тому що маємо два з'єднання, тобто дві перехідних поверхні:

- посадка на шпindelь верстата перехідного фланця по конічній поверхні ($\delta_{п1} = 0,005$);

- посадка в перехідний фланець корпусу цанги;

З малюнка 3 видно, що $\delta_{п2} = 0,077 + 0,022 = 0,099$ мм.

Похибка установки пристосування на верстат:

$$\delta_n = \delta_{n1} + \delta_{n2} \quad (2.4)$$

$$\delta_n = 0,005 + 0,099 = 0,104 \text{ мм}$$

Сумарна похибка обробки деталі:

$$\delta_{n\Sigma} = P + \tau + \delta_n \quad (2.5)$$

$$\delta_{n\Sigma} = 0,077 + 0,02 + 0,104 = 0,201$$

Допуск на вихідний розмір (за умовою): $a_u = 0,2$.

Умова застосування пристосування:

$$a_u \geq \delta_{\Sigma} \quad (0,195 \geq 0,2).$$

Висновок: пристосування забезпечує задану точність обробки.

2.1.5. Розрахунок на зусилля закріплення і зусилля приводу

Визначаємо зусилля закріплення W деталі і приводу Q [1]:

$$Q = (W + W') \cdot [tg(\alpha + \alpha_1) + \alpha_2], \quad (2.6)$$

де:

$$W = K \cdot \frac{T_{\varepsilon}}{(f_1 + f_2)} \quad (2.7)$$

- зусилля закріплення дорівнює сумі сил різання, які можуть викликати прокручування заготовки від моменту різання M_r і прослизання від осьових сил різання P_0 (див. рисунок 2.2):

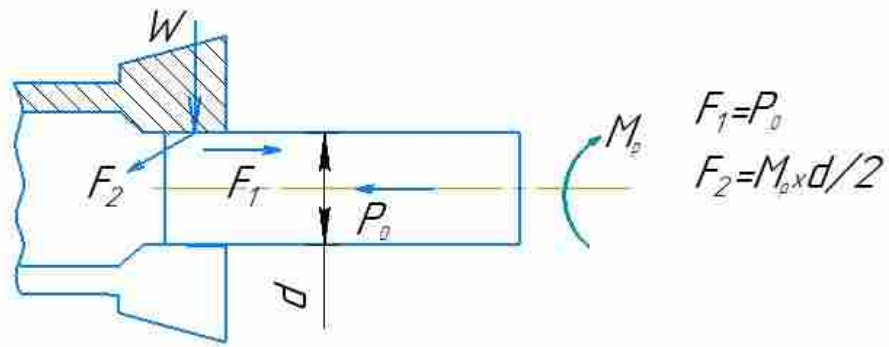


Рисунок 2.2 – Розрахунок на зусилля закріплення

До розрахунку на зусилля закріплення

$$T_{\varepsilon} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{P_0^2 + \left(\frac{M_0}{d/2}\right)^2} \quad (2.8)$$

сумарна розрахункова сила на поверхні затиску;

$M_0 = 140$ (Н * м) - момент при точінні, викликає проковзування заготовки;

$d = 7,2h8$ (мм) - базовий діаметр оброблюваної заготовки;

$P_0 = 80$ (Н) - осьова сила, що створює прослизання;

$$T_{\varepsilon} = \sqrt{\left(\frac{140}{7,2 \cdot 10^{-3} / 2}\right)^2 + 80^2} = 38888 \text{ Н.}$$

$f_1 = 0,12$ - коефіцієнт тертя між цангою і корпусом;

$f_2 = 0,15$ - коефіцієнт тертя між цангою і заготівлею;

$K = 2$ - коефіцієнт надійності закріплення;

$$W = 2 \cdot \frac{38888}{(0,12 + 0,15)} = 144,29 \text{ кН.}$$

$$W' = \left(\frac{3 \cdot E \cdot J \cdot y}{z^3} \right) \cdot n - \text{сила, що витрачається на стиснення пелюсток}$$

цанги;

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ (Н / мм}^2\text{)} - \text{модуль пружності для сталі;}$$

$$J = \left(\frac{D^3 \cdot h}{8} \right) \cdot \left(\alpha_1 + \sin(\alpha_1) \cdot \cos(\alpha_1) - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha}{\alpha_1} \right) \quad (2.9)$$

момент інерції сектора перетину цанги в місці закладення пелюстки;

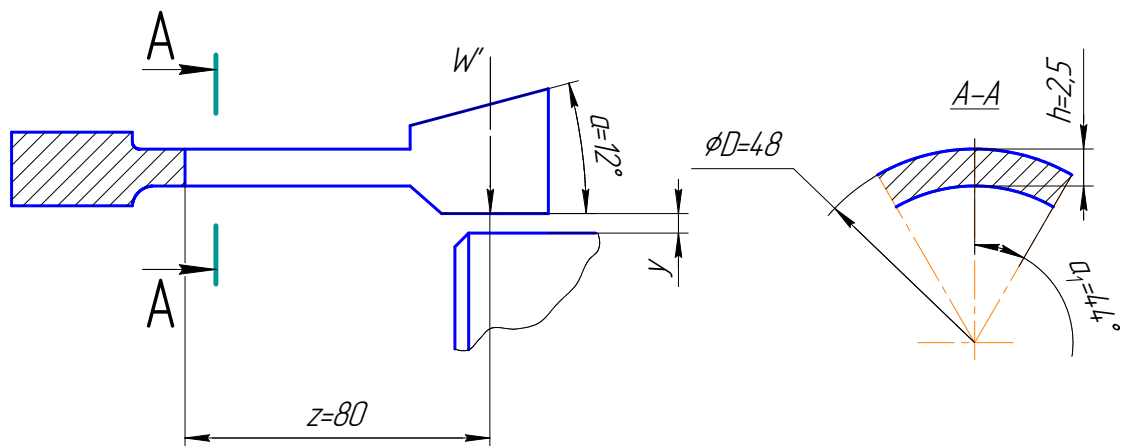


Рисунок 2.3 – Конструкція пелюсткової цанги

D - зовнішній діаметр поверхні пелюстки;

h - товщина пелюстки;

α - половина кута конуса цанги;

α_1 - половина кута сектора пелюстки цанги;

$$J = \left(\frac{48^3 \cdot 2,5}{8} \right) \cdot \left(12^\circ + \sin 44^\circ \cdot \cos 44^\circ - \frac{2 \cdot \sin^2 12^\circ}{44^\circ} \right) = 20620$$

$y = 0,039$ (мм) - стрілка прогину пелюстки, тобто радіальний зазор між заготівлею та цангою;

$n = 4$ - число пелюсток цанги (вихідні дані);

z - довжина пелюстки цанги від місця закладення до середини конуса;

$$W' = \left(\frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 20,62 \cdot 10^3 \cdot 0,039}{80^3} \right) \cdot 4 = 3,77 \text{ кН}.$$

$\alpha_2 = 0^\circ$ - кут між цангою і заготівлею;

Тоді зусилля приводу:

$$Q = (51,86 + 3,77) \cdot [\text{tg}(12^\circ + 44^\circ) + 0^\circ] = 82,47 \text{ кН}.$$

В якості приводу вибираємо пневмоциліндр.

2.2. Проектування контрольного пристосування.

Пристрій складається з1- корпус,2- штир,3- втулка, 4-гвинт.

Деталь базується в центрах, та притискається однією поверхнею до корпусу. Для перевірки профілю беруть калібри, які по маркуванню збігаються з номером на контрольному пристосуванні. Щоб виставити деталь в потрібне положення використовують шаблон. Після цього по черзі перевіряють по іншим шаблонам. Для того щоб побачити відхилення профілю використовують щуп до 0,1.

2.2.1 Розрахунок похибки установки.

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.10)$$

ε_{δ} - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення.

В даному випадку на похибка базування буде комплексною і полягати і похибки базування деталі на диск, і похибки поділу за допомогою ділильного диска.

1) Похибка базування деталі на диск.

$$\varepsilon_{\delta L} = \frac{S \max}{2}, \quad (2.11)$$

$$S_{\max} = T_e + T_p \quad (2.12)$$

$$T_e = 0,09 \text{ мм},$$

$$T_p = 0,01 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = 0,09 + 0,01 = 0,1 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\delta L} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм}$$

2) Похибки поділу за допомогою ділильного диска.

$$\varepsilon_{\delta 3} = 0,03 \text{ мм}$$

Сумарна похибка базування:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,05 + 0,03 = 0,08 \text{ мм}$$

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_3 = 0,04 \text{ мм} [1]$$

Похибка установки:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{0,08^2 + 0,04^2} = 0,09 \text{ мм} < TD = 0,1 \text{ мм},$$

Необхідна точність установки забезпечується.

3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1 Автоматизація зміни інструментів на верстатах з ЧПУ

Автоматична зміна інструменту на верстатах з ЧПУ може узагальнено здійснюватися такими способами:

- зміною положення (поворотом) інструментального магазину (револьверної головки);
- шляхом передачі інструменту з магазину в шпindelь верстата через проміжний накопичувач (поворотну головку з двома і більше позиціями);
- шляхом безпосередньої зміни інструменту з магазину в шпindelь верстата;
- шляхом передачі інструменту з магазину в шпindelь верстата автооператором (рис 2.1).

Перший- найбільш простий спосіб автоматичної зміни інструментів, коли вони встановлюються в револьверних головках. Зміна інструменту проводиться простим поворотом револьверної головки в обидві сторони на потрібне число позицій з витратою мінімального часу.

Мінімальний час зміни інструменту (1-2 секунди) при більш складній конструкції досягається при другому способі, коли застосовується двопозиційна поворотна головка в комплекті з інструментальним магазином. В цьому випадку час зміни інструменту, що викликає простий верстата, так само часу розфіксації, повороту на 180° і фіксації двопозиційної головки. Вибір інструмента в магазині, установка його на вільну позицію головки відбуваються під час попередньої обробки заготовки.

У деяких верстатах з ЧПУ застосовують третій спосіб зміни інструменту, яка здійснюється за рахунок певного циклу переміщення шпindelьної бабки щодо інструментального магазину.

Найбільш широко в багатоцільових верстатах застосуємо четвертий спосіб зміни інструменту з автооператором (рис. 3.1), який, хоча і складніше, значно скорочує час зміни інструменту завдяки його попереднім вибором з

магазину під час попередньої обробки заготовки. При даному способі зміни інструменту конструкцію і компоновку механізмів виконують по різному в залежності від місця розташування інструментального магазину на верстаті.

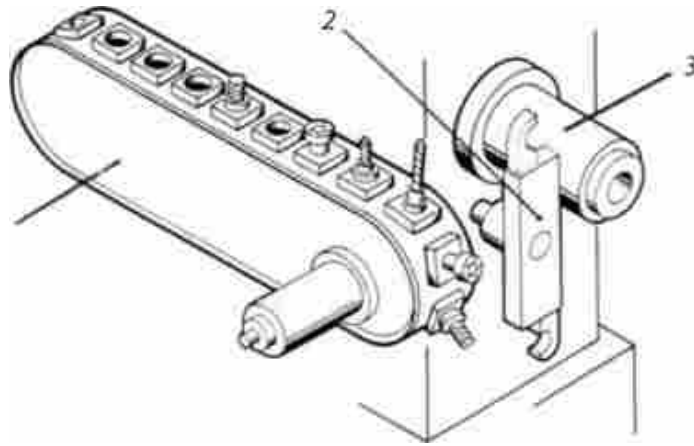


Рисунок 3.1 – Схема зміни інструменту з магазину автооператором:

1 - інструментальний магазин; 2 - автооператор; 3 - шпиндель верстата

Для захоплення автооператором оправок з інструментами застосовують захватні пристрої різних типів (наприклад, кліщового типу і типу охоплює скоби з фіксуючим пристроєм).

При автоматичної зміни інструментів важливим завданням є пошук потрібного інструменту в магазині. Це може забезпечуватися такими способами:

- кодуванням посадочних місць магазину; оправлення з інструментом в цьому випадку встановлюються в одні і ті ж місця, але можуть використовуватися багаторазово в будь-якій послідовності;
- кодуванням самих оправок з інструментами; інструменти в цьому випадку можуть встановлюватися в будь-якій послідовності і в будь-яке місце на магазині.

Спочатку в більшості багатоцільових верстатів кодування оправок з інструментами проводилось установкою на хвостовику набору кодових кілець. При повороті магазину хвостовики переміщаються щодо обмацує пристрою. Коли знаходиться потрібний інструмент, магазин зупиняється і відбувається зміна інструменту. Недоліки цього способу: ускладнення конструкції

хвостовика і збільшення його довжини і маси; відносна трудомісткість установки кілець. В даний час застосовується електронна система кодування резцедержавок і оправок

Автоматична зміна інструменту - M06

Код M06 призначений для автоматичної зміни інструменту. Деякі верстати з ЧПУ минулих поколінь або недорогі настільні верстати не мають пристрою автоматичної зміни інструменту. У цьому випадку оператор верстата змушений зупинити програму і вручну змінювати один інструмент на інший, що звичайно ж незручно.

Багато сучасні верстати з ЧПУ мають цей корисний пристрій (рис.3.2), що звільняє оператора від зайвого втручання в виробничий цикл верстата. Інструменти знаходяться в осередках спеціального барабана, який зазвичай називають магазином інструментів. У більшості верстатів кожна з осередків магазину інструментів має власний номер. Спеціальні датчики і пристрій зворотного зв'язку допомагають системі ЧПУ визначити положення магазину інструментів та наявність інструменту в осередках.



Рисунок 3.2 – Ріжучі інструменти в магазині верстата з ЧПУ

Зазвичай для виконання автоматичної зміни інструменту програміст безпосередньо вказує номер інструменту, який необхідно взяти (номер інструменту в більшості випадків збігається з номером комірки інструментального магазину). Такий спосіб зміни інструменту називається абсолютним. Деякі старі верстати використовували відносний спосіб зміни інструменту. У цьому випадку номер інструменту відраховується від номера поточного інструменту, що менш зручно.

Виробники верстатів постійно вдосконалюють конструкцію пристроїв автоматичної зміни інструменту. Сьогодні найбільш популярними є такі конфігурації:

- тип «парасолька» - магазин інструментів переміщається при зміні інструменту,;
- тип «рука» - магазин інструментів не переміщається при зміні інструменту,

Як альтернативу використовують наступні типи механізмів (рис. 3.3):

тип «Зонтик»;

цепного типу;

барабанного типу;

плоскі;

карусельного типу.

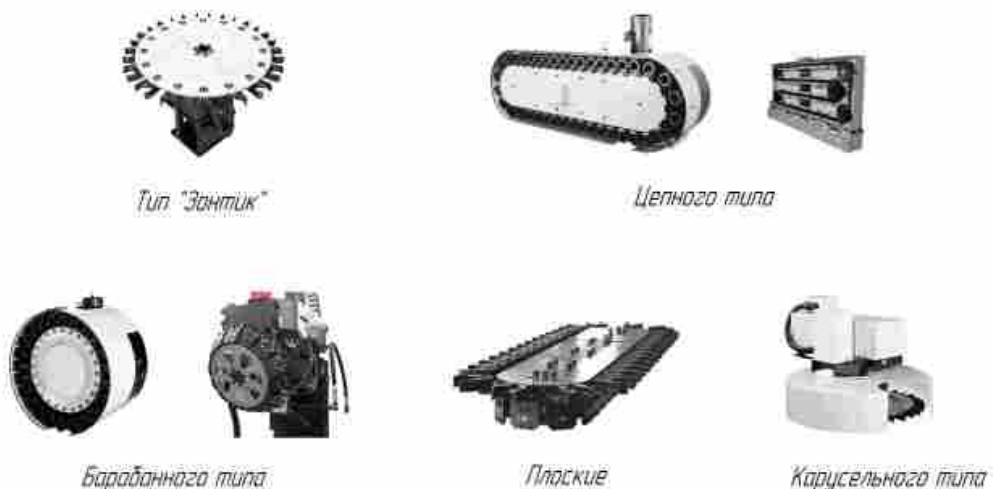


Рисунок 3.3 – Типи магазинів зміни інструменту

Спочатку розглянемо алгоритм роботи пристрою автоматичної зміни інструменту з переміщається магазином. Коли керуюча програма доходить до кадру зміни інструменту, шпindel переміщується в певну точку, що знаходиться поруч з магазином інструментів. Магазин інструментів переміщається в цю ж точку до «зчеплення» інструменту з порожньою осередком. Шпindel трохи піднімається вгору, звільняючи відпрацював інструмент. Магазин інструментів повертається таким чином, щоб обраний інструмент знаходився під шпindelом. Шпindel опускається, затискає новий інструмент і відводиться вгору. Магазин інструментів переміщається назад на своє місце.

Якщо магазин інструментів не переміщається, то можливий наступний алгоритм роботи. Спочатку шпindel переміщується в певну точку, що знаходиться поруч з магазином інструментів. Потім магазин інструментів повертається таким чином, щоб обраний інструмент знаходився навпроти шпинделя. Механічний захоплення («рука»), що знаходиться між магазином і шпindelом, захоплює відпрацював інструмент в шпindelі і новий інструмент в магазині. Захоплення опускається вниз, звільняє інструмент і змінює їх місцями. Захоплення піднімається вгору, при цьому новий інструмент затискається в шпindelі, а старий залишається в магазині інструментів.

Уважно ознайомтеся з відповідним розділом документації верстата, для того щоб добре розуміти, як на вашому верстаті відбувається зміна інструменту.

Зазвичай верстати з ЧПУ проводять зміну інструменту при вказівці в програмі наступної команди:

M06 T1

Адреса T позначає номер викликаний інструменту (в даному випадку інструмент № 1), а M06 забезпечує зміну. Наприклад, якщо в УП запрограмувати M06 T5, то буде викликаний інструмент № 5. Більшість СЧПУ допускають будь-який порядок слів даних в кадрі зміни інструменту. Тобто ви можете викликати інструмент № 1 і таким чином:

T1M06

Деякі СЧПУ вимагають, щоб адреса T і команда M06 перебували в різних кадрах, інакше автоматична зміна інструменту може бути виконана неправильно:

N10 T1

N20 M06

Відразу після зміни необхідно виконати компенсацію довжини нового інструменту. Як ви вже знаєте, компенсація довжини інструменту здійснюється за допомогою коду G43 і наступного за ним H-слова даних. Для зручності номер коректора на довжину збігається з номером інструмента. Наприклад, для виконання компенсації довжини інструменту № 1 в УП необхідно вказати:

G43 H1

Деякі верстати старих моделей вимагали вказувати напрямок компенсації довжини інструменту. При цьому код G43 позначав позитивний напрямок, а G44 - негативне напрямок компенсації. На щастя, сьогодні такий незручний спосіб використовується вкрай рідко.

Кадри зміни інструменту і активації компенсації довжини нового інструменту в керуючій програмі:

% O0002

N05G21G40G49G54G80G90G98G00

N10T1M06

N15G43H1Z100.0

N20M03S1000

N25X100.0Y150.0Z5

N30G01Z-0.5

N35X200.0Y250.0

N40Z5.0

N45G00Z100.0

N50M05M55

M30

%

У кадрі N10 проводиться зміна інструменту (виклик інструменту № 1), а в кадрі N15 виконується компенсація довжини інструменту № 1 і інструмент переміщається в точку Z100.0.

Перед тим як викликати новий інструмент, прийнято скасовувати компенсацію довжини активного інструменту. Ця дія проводиться за допомогою коду G49, хоча багато сучасних СЧПУ скасовують компенсацію довжини автоматично при вказівці команди M06. Якщо проведена зміна інструменту, а компенсація його довжини не виконано, то можливо зіткнення інструменту з заготівлею або частинами верстата.

Багато програмістів для забезпечення безпеки перед зміною інструменту виконують повернення в вихідну позицію по осі Z:

G91G28Z0

T3M06

G43H3

Щоб уникнути серйозних помилок, при зміні інструменту оператору верстата необхідно бути особливо уважним.

У сучасних умовах ефективність промислового виробництва багато в чому визначаються швидкістю основного технологічного устаткування. Підвищення швидкодії обладнання за рахунок зниження основного машинного часу, шляхом застосування більш інтенсивних режимів різання, не завжди можливо, в тому числі з-за конструктивних особливостей оброблюваних деталей, недостатньою стійкістю інструменту, обмежених технологічних можливостей верстатів і т.д. Разом з тим, важливим резервом підвищення швидкодії обладнання, а, отже, і його продуктивності є зниження допоміжного часу, частка якого в сумарному часу обробки може досягати 50 відсотків і вище при обробці складних корпусних деталей, для яких необхідно, згідно маршрутного техпроцесу, десятки разів здійснювати процес зміни інструменту.

Жодна з існуючих конструкцій інструментальних магазинів для багатоопераційних верстатів з ЧПУ не може забезпечити істотне зниження часу, що витрачається на зміну інструменту, тому що їх можливості вже повністю вичерпані.

3.2 Розрахунок деталі на міцність

На етапі проектування лопатки визначається як буде редагувати конструкція деталі на навантаження, що діють при експлуатації.

Для того щоб зробити це в програмі NX треба:

1. Запустити NX і, використовуючи модуль Моделювання, створити модель лопатки.

2. Перейти в модуль «Розширена симуляція» (Початок> Розширена симуляція). Провести настройку діалогових вікон «за замовчуванням», вибравши через головне меню пункти: Налаштування> Інтерфейс користувача. На вкладці Загальний встановлюють опцію Скидання налаштувань діалогового вікна, натискають ОК.

3. Вибирають кнопку Нова кінцево-елементна модель на панелі Розширена симуляція, або викликають контекстне меню, вибираючи правою клавішею миші модель «*.prt» у вікні Навігатор симуляції. Виконують команду для створення KE-моделі.

4. Переходять до моделі ідеалізації, виконавши подвійне клацання на рядку «* fem_1i» у вікні Вид файлу симуляції. У діалоговому вікні Idealized Part Warning натискають ОК. Дане попередження нагадує користувачеві, що перед виконанням будь-яких дій, пов'язаних з ідеалізацією геометрії, необхідно виконати команду Перенос. Вікно «Ідеалізувати геометрію»

5. Для відділення ідеалізованої моделі від майстер-моделі слід виконати команду Вставити> Асоціативний копія> Передача, або натиснути кнопку Перенесення на панелі Розширена симуляція. Після відкриття вікна Перенесення тіла вибирають деталь подвійним клацанням миші і натискають ОК.

6. Виконують команду Вставити> Підготовка моделі> Ідеалізувати, після чого відкривається діалогове вікно. Подвійним клацанням миші вибирають тіло, після чого стають доступними опції Автоматичне видалення елементів. У розділі Кроки вибору перейдіть на крок Видалення граней.

7. Перемикаються на крок Видалення граней (За бажанням). Вибирають всі видаляються фаски (в десяти отворах M24 і на виступі) і натискають ОК.

Після виконання дій, описаних вище, у вікні Вид файлу симуляції подвійним натисканням лівої клавіші миші вибирають файл «*_fem1».

1. Виконують команду 3D-тетраедральная сітка (панель інструментів «Звичайно-елементна модель»), яка створює сітку з багатогранних елементів. У вікні вибирають такі опції: - Розділ Виберіть тіла - вибирають створену модель лопатки подвійним клацанням миші. - Переглянути властивості елемента з спадаючого списку Тип вибирають тип елементів STETRA (10). - У розділі Параметри сітки в поле Розмір елемента натискають кнопку Автоматичний розмір елемента. Залежно від розміру моделі система вираховує розмір елемента сітки - 30, 1 мм. Переконаються, що включена опція Автоматичне створення (розділ Колектор призначення), натискають ОК. В результаті буде побудована сітка для моделі. Бажано, щоб сітка мала максимальну щільність в місцях концентрації напружень: на отворах, кишнях, заокругленнях, в зонах контакту.

2. Викликають контекстне меню на рядку 3d_mech (1) у вікні Навігатор симуляції і виконують команду Змінити.

3. Параметри розділу Налаштування сітки діалогового вікна 3D тетраедральная сітка дозволяють задати додаткові параметри для сітки кінцевих елементів. Встановлюють значення опції Зміна розміру елемента на основі кривизни поверхні, рівним 70. Опція Розмір перехідного елемента повинна бути включена, що дозволяє створити плавний перехід розміру елемента на криволінійних поверхнях загального обсягу сітки. Натискають ОК, і система генерує сітку з великою кількістю елементів на криволінійних поверхнях (рис. 3.4).

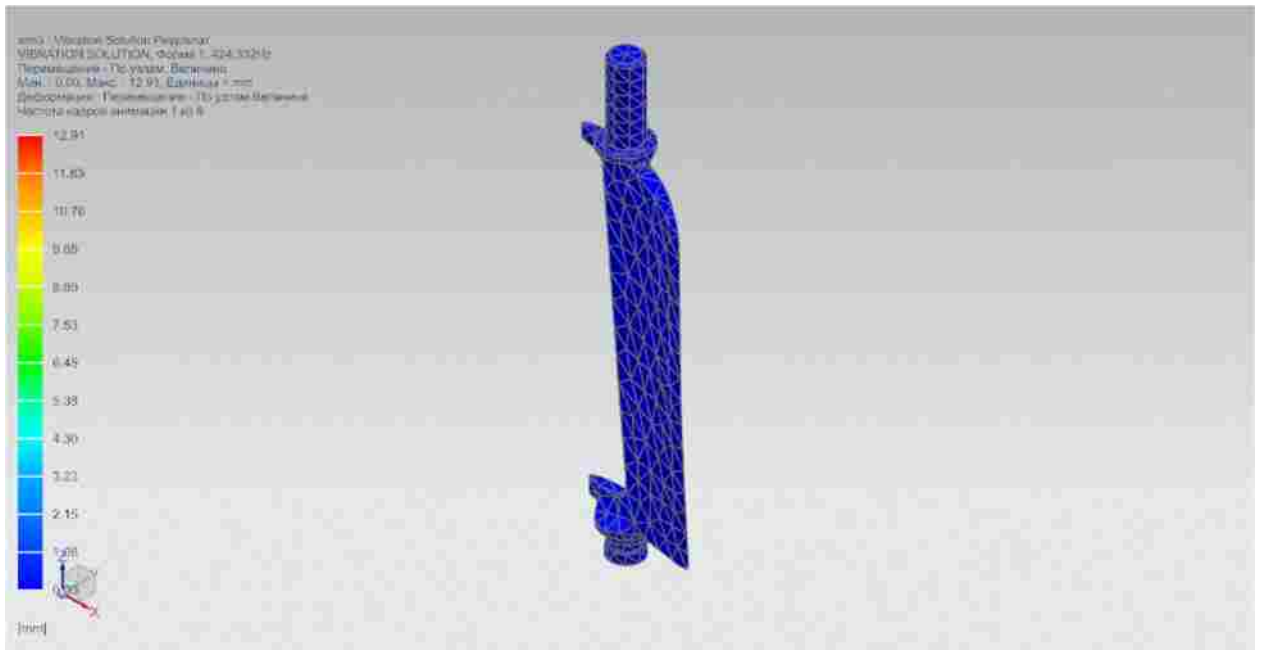


Рисунок 3.4 – Навантаження лопатки

За даними, що наведені на рисунку 3.4, можна побачити що лопатка знаходиться в спокійному стані. Геометричні розміри лопаток забезпечують достатню міцність для умов експлуатації.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Використання верстатів з ЧПУ в сучасному виробництві

Сучасне промислове виробництво характеризується наступними особливостями.

1. Високим ступенем автоматизації.
2. Заміною, аж до повного виключення, ручної фізичної праці на працю операторів.
3. Широким застосуванням високих технологій.
4. Застосуванням технічних систем високої надійності.
5. Значною швидкістю всіх застосовуваних пристроїв.
6. Зрослі вимоги до загальноосвітнього рівня і спеціальних знань працівників.

Наразі особливе місце в машинобудуванні займає впровадження у виробництво верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

З використанням числового програмного керування забезпечується точність і злагодженість роботи цілих виробничих автоматизованих ліній, на яких виробляється випуск самих різних деталей для галузей промисловості.

Особливо ефективно проявляє себе автоматизація обробного процесу при використанні можливостей електронно-обчислювальних систем.

Перевага використання верстатів з ЧПУ полягає в більш високому рівні автоматизації. Випадки втручання оператора в процес виготовлення деталі можуть бути виключені або зведені до мінімуму. Більшість верстатів з ЧПУ можуть працювати абсолютно автономно протягом всього процесу обробки заготовки деталі, тому оператор може виконувати інші завдання. Підприємства, які застосовують ЧПУ, отримуються додаткові переваги: зменшення числа помилок оператора, а також передбачуваність у часі обробки і більш повне завантаження устаткування. Оскільки верстат буде управлятися за допомогою програми.

Економічна доцільність використання верстатів з ЧПУ виправдовується як правило при обробці заготовок партіями від 15 штук. З метою збільшення ефективності використання дорогих верстатів з ЧПУ, особливо обробних центрів (ОЦ), рекомендується їх експлуатувати в режимі дві- и тризмінної роботи.

Щоб домогтися високої продуктивності, якості оброблення деталей, кожен різальний інструмент для верстатів з ЧПУ обов'язково повинен відповідати певним вимогам. Ретельний відбір, підготовка необхідних інструментів, що забезпечує технічну надійність, автоматизацію робочого процесу верстата з ЧПУ, включає відповідність високого рівня міцності таких пристосувань з їх універсальністю. Для виробництва різального інструментарію вживають:

- тверді сплави;
- металокераміку;
- сталь швидкорізальна
- синтетичні матеріали [12] .

Виробничі верстати з програмним управлінням, як правило, повинні використовувати такі різучі пристосування, що відповідають ряду умов, таких як:

- стабільність різучих властивостей;
- правильне формування,
- виконання відведення стружки;
- універсальність використання для обробки різного виду деталей на різнотипних верстатах;
- Швидко їх змінюваність для переналагодження,
- оброблення інших деталей або ж зміни підсівшого інструменту;
- забезпечення необхідною точністю оброблення деталей [12].



а



б



в



г



д

Рисунок 4.1 Різновиди токарних верстатів

Двошпindelний токарний верстат з ЧПУ TRENS SBL 300 CNC (рис.4.1 а) багатоцільова машина, що дозволяє крім токарної обробки деталей складної конфігурації, типу валів і фланців, виробляти фрезерування і нарізування різьблення. Наявність противошпінделя забезпечує повну двосторонню

обробку деталей. На основі базової моделі можливе виготовлення широкої гами верстатів: від токарного верстата з ЧПУ до обробного центру з шістьма осями обробки [26].

Верстати серії LYNX (рис.4.1 б) - компактні токарні центри. Дана серія була розроблена для виробництва невеликих деталей з неперевершеною точністю і швидкістю обробки [27].

Двошпindelний багатофункціональний токарно-фрезерний обробний центр Mylas DT42 / DT52(рис.4.1 в) Двошпindelний багатофункціональний токарно-фрезерний обробний центр Mylas DT42 / DT52 - це універсальний обробний центр з можливістю токарної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь, нарізування різьблення в осьових і позаосьових отворах. Основний шпindel має можливість точного позиціонування (вісь-С), що дозволяє фрезерувати поверхні і нарізати різьбу. Інструментальна система дозволяє проводити фрезерування по трьох осях. Противопіндель має функцію синхронізації обертів, що дозволяє перехоплювати заготовку в другій шпindel, а також в верстаті присутній друга інструментальна система для одночасної обробки в двох шпинделях[28].

Системи автоматичної подачі прутка і роботизованою завантаження заготовок (GOODWAY) (рис.4.1 г) Стандартизовані або сконструйовані системи порталного завантаження, розвантаження забезпечують автоматичне виконання операцій установки і затиснення в патроні заготовки. Ці гнучкі системи можуть вбудовуватися в один або кілька верстатів, виконуючи необхідні функції для самого широкого діапазону технічних завдань [29].

Роботизовані завантажувально-розвантажувальні комплекси(рис.4.1 д) [30].

Для оброблення деталей на токарних пристроях зазвичай використовують:

-різці;

-різного виду свердла;

-розвертки;

-різні фрези;

-мітчики.

Найчастіше в верстатах з ЧПУ застосовуються в якості особливого ріжучого інструменту спеціальні різці, що мають типові конструкції встановленого типу. Зазвичай вони бувають збірного виду, оснащені багатограними спеціальними пластинами з твердих металів, різних надтвердих матеріалів (СМП).

Вимоги до інструменту верстатів з ЧПУ:

- використання по максимуму пластин, які механічним способом закріплюються на їх корпусі для забезпечення постійних, геометричних, конструктивних властивостей;

- застосування пластин найбільш оптимальних форм, які забезпечують універсальну роботу інструментів;

- можливість передбачити всі дії цього інструменту в прямому або перевернутому положенні;

- допускається можливість роботи різця лівого виконання;

- гарантування високої надійності різцевих вставок;

- правильне формування стружок для відведення їх за спеціальними борозенками, зробленим на передніх сторонах використовуваних пластин.

Зазвичай комплект різальних інструментів, що використовуються таким верстатом з ЧПУ, містить типові різці такого виду: (рис 4.2)

- прохідні, зігнуті з правого боку на 45° , щоб забезпечити зняття фасок, зовнішню обточування торцевих сторін;

- різці контурного виду з пластинами у вигляді паралелограма, що дозволяють виконувати обточування циліндричних, контурних деталей, обточувати конусні деталі до 30° ;

- контурне, зі спеціальними пластинами у формі паралелограма для можливості обробляти поверхні полусферичного виду і конусів до 57° ;

- різьбові, мають ромбічні пластини, які закріплюються зверху, даючи можливість нарізати різьблення, з відстанню кроку від 2 до 6 мм.



Рисунок 4.2 – Конструкції різців зі змінними пластинами

Різці збірні з пластинами СМП придбали найбільшу популярність на верстатах, що мають ЧПУ, завдяки таким факторам як:

- економна витрата різальних дефіцитних різців;
- скорочення часу для налагодження інструментів, при якій зміна СМП може проводитися без знімання корпусу різця;
- хороша якість дроблення стружки;
- не потрібно постійно заточувати сам різець.

У державках збірного типу продуктивність, так само як і надійність, витривалість, довговічність їх експлуатації, залежить від способів закріплення багатогранних пластин. Ці кріплення повинні забезпечити:

-надійність (без можливих мікроскопічних зміщень під час руху, виробленого ріжучими інструментами);

щільність контакту поверхонь між опорними пластинами і пазами;

- точне позиціонування і можливість взаємної заміни робочих крайок;
- підтримка геометричній стабільності;
- роздроблення і надійне відведення стружки; найменший час, допущений на зміну лез.



а



б



в



г

Рисунок 4.3 - Різновиди фрезерних верстатів

П'ятикоординатний фрезерний верстат з ЧПУ Beta 5R (рис.4.3 а). Основною ознакою п'ятикоординатного фрезерного верстата з ЧПУ, є наявність поворотної фрезерної головки (шпинделя), рухомий в двох площинах. Даний верстат дозволяє проводити обробку шпинделем, розташованим під будь-яким кутом до поверхні оброблюваної деталі, при цьому можлива обробка вертикальних поверхонь і навіть обробка глибоких поднутрених, свердління отворів під різними кутами і т.п. [30].

Фрезерно-присадочний верстат з ЧПУ Beta 1.2Sm (рис.4.3 б). Фрезерно-присадочний верстат працює в 3D форматі з автоматичною зміною інструменту. Виконує присадку і фрезерування виробів з металу з проворотом деталей під певний кут[30].

Фрезерний обробний центр WEIDA VMC 640 (рис.4.3 в) використовується для промислового дрібносерійного, серійного або середньої

спеціальної виробництва; застосовується при свердлінні, фрезеруванні, нарізуванні різьблення і розточування заготовок, обробці площин і т.д. Особливістю фрезерного верстата є її повна адаптація до різних умов і типам і режимам виробництва, розрахованого для цього ресурсу і стандарту в управлінні.

Верстат оснащений наступником інструменту (на 16 інструментів), потужним двигуном головного шпинделя, жорсткою станиною, високою надійністю всіх вузлів і агрегатів [31].

Високошвидкісний 5-осьовий фрезерний центр HURON K2X 5 (рис.4.3 г) дозволяє обробляти всі складні деталі, такі як ливарні форми, аерокосмічні деталі, за 5 одночасних і 5-сторонніх операцій обробки, від чорнової до чистової. або деталі для точної механіки. Цей обробний центр володіє всіма якостями, необхідними для того, щоб бути на вищому рівні у своїй категорії. Поєднання динаміки і точності забезпечує стан поверхні дуже високої якості[32].



Рисунок 4.4 - Обробка на фрезерному верстаті

Для фрезерування використовуються в якості ріжучих пристроїв фрези, які бувають різних конструкцій, і мають спеціальні зуби для оброблення поверхні деталей (рис.4.4).

Всі фрезерні інструменти розрізняються між собою по: формою і зовнішньому вигляду зубів, їх напрямку і виконання, їх застосування і кріпленню. Щоб в патроні фрезерного верстата добре закріпити фрезу,

використовують її хвостовик, який кріплять до зубів методом зварювання або різними кріпильними елементами, наприклад: болтами, спеціальними клинами, гвинтами.

Іноді фреза може бути представлена єдиним цілим зі своєю ріжучою частиною. Так її зазвичай і називають - цільної фрезою. При виробництві фрезерних інструментів найчастіше використовуються наступні матеріали:

- металокераміка;

- Швидко-ріжучі сталі;

- тверді сплави, що мають спеціальні алмазні напилення для посилення твердості.

При фрезеруванні за допомогою зубів фрези знімається стружка з шліфованих ними поверхонь, при цьому вона із зони різання відводиться спеціальними борозенками уздовж самої фрези. Тому особливе значення має розташування зубів відносно один одного. Правильне геометричне взаємне розташування впливає на:

- швидкість різання;

- якість оброблюваних поверхонь;

- зносостійкістю фрези;

- економія енергетичних витрат;

- ціною готових виробів.

Ці інструменти бувають різноманітного типу, які зазвичай класифікують за певними групами, об'єднаним спільною ознакою. До таких ознак можна віднести, наприклад:

- конструктивні особливості;

- геометричні форми;

- види оброблюваних деталей.

До конструктивних особливостей відносять фрези:

- цільні, зроблені з одного виду матеріалу як неподільне ціле зі своєю ріжучою стороною;

-складена фрези, що відрізняються зубчастої частиною, зробленої з міцної сталі, припаяної або привареною до хвостовика;

-збірно, у яких зубчаста частина прикріплюється до хвостовика простим механічним способом (за допомогою болтів або гвинтів).

За геометричному типу до таких ріжучим пристосуванням ставляться фрези:

- торцеві;
- циліндричного типу;
- кінцеві;
- конічного виду (рис 4.5).



Рисунок 4.5 - Конструкції фрез для верстатів з ЧПУ

Операція фрезерування пов'язана з ріжучими діями, виробленими на поверхнях різних деталей, наприклад:

- шліфувальні обробка площин;
- прорізання пазів;
- нарізання різного виду різьблення;
- просте розрізання металу.

Зараз складно уявити фрезерний сучасний верстат з ЧПУ без відповідно відповідних спеціальних фрезерних інструментів, без наявності яких не можна досягти значної продуктивності.

Точність оброблення деталей, зручність експлуатації - ось головні критерії пред'являються до них строгих вимог. На таких верстатах різальним інструментом часто є фрези кінцевого циліндричного вигляду з твердосплавних або алмазних матеріалів.

До їх переваг відносяться:

- висока зносостійкість;
- здатність протистояти вібрації під час обертального руху;
- підвищена жорсткість;
- велика швидкість різання;
- дуже висока точність обробки.

Всі верстати сучасного типу з числовим програмним управлінням можуть виконувати найскладніші технологічні дії, автоматично виробляючи необхідну обробку деталей. Причому деталі можуть бути з чавуну, сплавів легких металів, стали. Всі дії таких пристроїв запрограмовані ще до початку робочого процесу. І тому так важливо правильно підібрати різучі інструменти, які відповідають усім необхідним вимогам і параметрам.

До роботи на верстатах, обладнання числовим програмне забезпечення, допускаються тільки досвідчені працівники, які мають багаж практичних навичок виконання обробки на звичайних верстатах.

Неможливо написати і стежити за роботою програми, якщо у оператора відсутнє розуміння самого процесу виконання верстатом тієї чи іншої операції, що дозволяє виконати необхідну обробку заготовки (деталі).

Першочергово, що винен розуміти і вміти виконувати оператор, операції по чорновому і чистовому точінню, свердління, нарізування різьблення, а також використання інших способів механічної обробки.

4.2 Вимоги до персоналу, що працює на верстатах з ЧПУ

Розвиток науки і техніки створює умови для оптимізації виробництва, зменшення собівартості продукції, створення нових умов для підвищення якості обробки. З плином часу числове програмне забезпечення стає все більш досконалим. Відповідно підвищуються і вимоги до операторів верстатів.

Щоб оператор, який використовує верстат з числовим програмним управлінням ефективно виконував свої функції, його професійне навчання починають з вивчення:

1. Головних компонентів и знання пристрою верстата;
2. Допоміжних систем і механізмів, що поліпшують умови обробки;
3. Розуміння особливо застосовуваного для обробки інструментів і робочого столу, допустимих напрямків (осей) їх орієнтації і взаємного співвідношення при русі;
4. Визначення функцій верстата та особливо його програмування.

Чим вище рівень підготовки и кваліфікації оператора, тим краще буде організовано виконання своїх функцій, а також більш якісно проведена операція по обробці заготовки (деталі).

Впровадження верстатів з ЧПУ дозволяє здійснювати певну програму обробки в автоматичному чи напівавтоматичному циклі (подібна роботі на звичайний верстатах-автоматах і напівавтоматах) і створює умови для порівняно простого и досить точного виконання переналагодження і підналагодження верстата за допомогою введення в нього заздалегідь розрахованої і записаної на магнітну стрічку або іншому програмоносії, програму роботи (замість зміни кулачків і упорів на традиційних автоматах).

Сучасні верстати з ЧПУ відрізняються підвищеною надійністю і жорсткістю, швидкодією робочих органів і точністю роботи. У них чудово застосовуються гідравлічні і електромеханічні приводи. Ці верстати комплектуються оснащенням для автоматичної зміни інструменту і прилаштувати для цифрової індикації дій виконавчих органів, а також електромагнітними муфтами (замість зубчастої) для перемикань швидкості.

Особливості програмування залежався не тільки від якості команд, які подаються оператором, а й від можливості шкідливого конкретного верстата (виробничої лінії).

Наприклад, багато фрезерні верстати дозволяють забезпечити програмований рух тільки інструменту, в цьому випадку оператору безглуздо буде вводити команду для руху робочого столу: верстат не зможе їх виконати.

У той же час існують верстати, які дозволяють виконувати більшу кількість функцій та операцій з обробки. У цьому випадку набір команд оператором повинен бути значно багатшим.

Багато сучасних верстатів дозволяють обробляти таку кількість команд, що від оператора вимагається тільки міняти заготовки (деталі) та стежити за якістю

Знання і розуміння конструктивних особливостей верстата, а також його можливості відносно виконання конкретного виду операцій, забезпечує чітке усвідомлення між оператором та обладнанням.

Для верстата існує технічна документація, яка пояснює його конструктивні особливості і спрямованість виконуваних операцій. У ній також міститься основна інформація про технічні характеристики, до яких відносяться:

- 1) відомості про максимальне обертання вузлів та частин;
- 2) швидкісні діапазони;
- 3) відомості про потужність двигунів, які використовують для осей верстата;
- 4) максимально допустимі значення переміщення рухом елементів робочого столу і інструменту, їх осьові напрямки;
- 5) інформація про можливості кріплення декількох інструментів а також їх автоматичної зміни;
- 6) відомості про максимальну швидкість різання чи іншої обробки.

5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У таблиці 5.1 наведені показники виробництва лопатки.

Таблиця 5.1 – Показники виробництва

п / п	Найменування показників	Одиниця виміру	Найменування продукції
			А
			лопатка
1	Річна програма випуску продукції, N_{bi}	шт	11500
2	Марка матеріалу		12X18H10T
3	Норма витрати основного матеріалу на одиницю продукції з урахуванням відходів і втрат (чорний вага), g_{mi}	кг	0,110
4	Ціна матеріалу C_{mi}	грн / кг	1,43
5	Норма реалізованих відходів на одиницю продукції, C_{oi}	кг	0,08
6	Ціна відходів C_{oi}	грн / кг	0,07
7	Норма часу (трудомісткість виготовлення одиниці продукції), t_i	нормо-годину	18,6

8	Цехові витрати, $k_{\text{цех}}$	%	80
---	----------------------------------	---	----

5.1 Обґрунтування варіанту технологічного процесу (попередній техніко-економічний аналіз)

Однією з неодмінних умов технічного прогресу в машинобудуванні є безперервне вдосконалення виробництва на основі застосування нових технічних засобів, технології та методів організації виробництва. Однак перш чим впроваджувати нове, належить оцінити доцільність того чи іншого варіанту з тим, щоб обрати найкращий.

Ефективність заходів щодо вдосконалення виробництва визначається на основі економічних розрахунків. Зокрема, порівняння економічних показників поліпшених варіантів технологічного процесу з чинним (базовим) дає можливість вибрати найбільш економічний (оптимальний) варіант.

На початку роботи, користуючись укрупненими нормативами і величинами вихідних даних, ми зробимо попередній розрахунок, який полегшить нам вирішення питання про доцільність зміни технологічного процесу. Потім, за вихідними даними обраного варіанту, зробимо диференційований, детальний розрахунок витрат на виробництво і визначимо планову собівартість продукції.

5.2 Розрахунок фондів часу і середніх тарифних ставок.

Дійсний річний фонд часу одиниці обладнання ФДО = 3530 годин.

Дійсний річний фонд часу допоміжного робочого приймається ФДВС = 1860 годин.

Дійсний річний фонд часу робітника приймається ФДР = 1590 годин, з урахуванням відпустки і укороченого робочого дня.

Визначення середньої тарифної ставки:

$$c_p = I + (i + 1 - i) (p_{cp} - p_i) \quad (5.1)$$

$$c_{p\text{ пр}} = 47,3 + (54,3 - 47,3) (3,5 - 3) = 50,8 \text{ грн}$$

$$c_{p\text{ ВР1}} = 40,7 + (47,3 - 40,7) (4,3 - 4) = 42,68 \text{ грн.}$$

$$c_{p\text{ ВС2}} = 37,8 + (40,7 - 37,8) (3 - 3) = 37,8 \text{ грн.}$$

У таблиці 5.2 розраховуємо час витрачений робітниками та їх середню заробітну плату.

Таблиця 5.2 – Розрахунок робітників

Група робітників	Дійсний річний фонд часу роботи ФДР, годину	Середня годинна тарифна ставка. грн.
Основні виробничі робітники	$1590 * 2 = 3180$	50,8
Допоміжних робітників:		
а) першої групи	$1860 * 2 = 3720$	42,68
б) другої групи	$1860 * 2 = 3720$	37,8

5.3 Визначення собівартості одиниці продукції базового варіанту.

а) Витрати на основні матеріали:

$$E_{\text{мштА}} = G_{\text{ма}} * \text{ЦМА} - g_{\text{оА}} * \text{ЦОА} \quad (5.2)$$

$$E_{\text{мштА}} = 0,110 * 1,43 - 0,08 * 0,07 = 0,15 \text{ грн.}$$

б) Витрати на заробітну плату виробничих робітників:

$$Z_{\text{оштАО1}} = Z_{\text{отсштА}} * K_{\text{О}} \quad (5.3)$$

$$Z_{\text{оштАО1}} = 944,9 * 1,43 = 1351,2 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{оштАО1}} = t_{\text{А}} * G_{\text{срр}} \quad (5.4)$$

$$Z_{\text{отсштА}} = 18,6 * 50,8 = 944,9 \text{ грн.}$$

в) Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

$$E_{\text{воштА}} = H_3 * C_{\text{пра}} / N_{\text{бА}} \quad (5.5)$$

$$E_{\text{воштА}} = 12000 * 32 / 11500 = 33,4$$

Розрахункове та прийняте кількість робочих місць:

$$C_{\text{расА}} = t_{\text{А}} * N_{\text{бА}} * K_{\text{обс}} / \text{ФДО} * S * K_{\text{заг}} * K_{\text{н}} \quad (5.6)$$

$$C_{\text{расА}} = 18,6 * 11500 * 1 / 3530 * 2 * 0,85 * 1,15 = 31,26$$

$$C_{\text{пра}} = 32$$

г) Витрати на утримання цехового персоналу:

$$E_{\text{цехштА}} = K_{\text{цех}} / 100 * (Z_{\text{отсштА}} + E_{\text{воштА}}) \quad (5.7)$$

$$E_{\text{цехштА}} = 782,64 \text{ (грн.)}$$

Цехова вартість одиниці продукції:

$$S_{\text{штА}} = E_{\text{мштА}} + Z_{\text{оштА}} + E_{\text{воштА}} + E_{\text{цехштА}} \quad (5.8)$$

$$S_{\text{штА}} = 0,15 + 944,9 + 33,4 + 782,64 = 1761,09 \text{ (грн.)}$$

5.4 Розрахунок капітальних вкладень базового варіанту.

Капітальні вклади:

$$K_{\text{В}} = N_{\text{КВ}} * C_{\text{пр}} \quad (5.9)$$

$$KB = 34400 * 32 = 1100800$$

Наведені витрати базового варіанту А:

$$R_{прj} = S_{штA_j} * NBA + E_n * K_{вA_j} \quad (5.10)$$

$$R_{прj} = 1761,09 * 11500 + 0,2 * 1100800 = 20252535 + 220160 = 20472695 \text{ (грн.)}$$

5.5 Вибір кращого варіанту технологічного процесу.

Покращуємо базовий варіант за рахунок зміни витрат на обладнання і відповідно трудомісткості.

варіант 1

Витрати на основні матеріали розраховуємо по формулі (5.2):

$$E_{мштAO1} = 0,11 * 1,43 - 0,08 * 0,07 = 0,15 \text{ (грн.)}$$

Витрати на заробітну плату розраховуємо по формулі (5.3):

$$Z_{штAO1} = 1351,2 * 1,2 = 1621,44 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання розраховуємо по формулі (5.5):

$$E_{воштAO1} = 33,4 * 1,2 = 40,08 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання цехового персоналу розраховуємо по формулі (5.6):

$$E_{цехштAO1} = 782,64 * 1,2 = 939,17 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок та прийняту кількість робочих місць розраховуємо по формулі (5.7):

$$C_{расAO1} = 31,26 * 1,2 = 37,51$$

$$C_{прAO1} = 38$$

Цехову вартість одиниці продукції розраховуємо по формулі (5.8):

$$S_{штAO1} = 0,15 + 1621,44 + 40,08 + 939,17 = 2600,84 \text{ (грн.)}$$

$$H_{квO1} = H_{кв} * C_{об1}$$

$$N_{KB01} = 34400 * 0,8 = 27520 \text{ (грн.)}$$

Капітальні вклади розраховуємо по формулі (5.9):

$$KB_{01} = 27520 * 38 = 1045760 \text{ (грн.)}$$

Наведені витрати базового варіанту O1

$$R_{прO1} = S_{штAO1} * N_{BA} + E_H * K_{BAO1} \quad (5.11)$$

$$R_{прO1} = 2600,84 * 11500 + 0,2 * 1045760 = 223252,84 \text{ (грн.)}$$

варіант 2

Витрати на основні матеріали розраховуємо по формулі (5.2):

$$E_{MштAO2} = 0,15 \text{ (грн.)}$$

Витрати на заробітну плату розраховуємо по формулі (5.3):

$$Z_{OштAO2} = 1351,2 * 0,9 = 1216,08 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання розраховуємо по формулі (5.4):

$$E_{воштAO2} = 33,4 * 0,9 = 30,06 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання цехового персоналу розраховуємо по формулі (5.6):

$$E_{цехштAO2} = 782,64 * 0,9 = 704,38 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок та прийняту кількість робочих місць розраховуємо по формулі (5.7):

$$C_{расAO2} = 31,26 * 0,9 = 28,13$$

$$C_{прAO2} = 29$$

Цехова вартість одиниці продукції розраховуємо по формулі (5.8):

$$S_{штAO2} = 0,15 + 1216,08 + 30,06 + 704,38 = 1950,67 \text{ (грн.)}$$

$$N_{KB02} = N_{KB} * C_{об2}$$

$$N_{KB02} = 34400 * 1,1 = 37840 \text{ (грн.)}$$

Капітальні вклади розраховуємо по формулі (5.9):

$$KB_{02} = 37840 * 29 = 1097360 \text{ (грн.)}$$

Наведені витрати базового варіанту O2:

$$R_{прO2} = S = * N = + E_n * K_{BAO2} \quad (5.12)$$

$$R_{прO2} = 1950,67 * 11500 + 0,2 * 1097360 = 22652177 \text{ (грн)}$$

варіант 3

Витрати на основні матеріали розраховуємо по формулі (5.2):

$$E_{мштAO3} = 0,15 \text{ (грн.)}$$

Витрати на заробітну плату розраховуємо по формулі (5.3):

$$Z_{оштAO3} = 1351,2 * 0,8 = 1080,96 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання розраховуємо по формулі (5.4):

$$E_{воштAO3} = 33,4 * 0,8 = 26,72 \text{ (грн.)}$$

Витрати на утримання цехового персоналу розраховуємо по формулі (5.6):

$$E_{цехштAO3} = 782,64 * 0,8 = 626,12 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок та прийняту кількість робочих місць розраховуємо по формулі (5.7):

$$C_{расAO3} = 31,26 * 0,8 = 25$$

$$C_{прAO3} = 25$$

Цехова вартість одиниці продукції розраховуємо по формулі (5.8):

$$S_{штAO3} = 0,15 + 1080,96 + 26,72 + 626,12 = 1733,95 \text{ (грн.)}$$

$$N_{KB03} = N_{KB} * C_{об3}$$

$$N_{\text{квОЗ}} = 34400 * 1,9 = 65360 \text{ (грн.)}$$

Капітальні вклади розраховуємо по формулі (5.9):

$$K_{\text{вОЗ}} = 65360 * 25 = 1634000 \text{ (грн.)}$$

Наведені витрати базового варіанту ОЗ:

$$R_{\text{прОЗ}} = S_{\text{штОЗ}} * N_{\text{ВА}} + E_{\text{н}} * K_{\text{вОЗ}} \quad (5.13)$$

$$R_{\text{прОЗ}} = 1733,95 * 11500 + 0,2 * 1634000 = 20267225 \text{ (грн.)}$$

Розрахувавши три варіанти зі змінами по обладнанню та беручи до уваги базовий варіант, виберемо найбільш оптимальний варіант. Робимо це за приведеними витратами $R_{\text{прі}}$. Найбільш оптимальним є той варіант у якого приведені витрати будуть мінімальними.

Найбільш вдосконаленим є варіант зі зміною обладнання по 3 варіанту. Проводимо подальшу зміну, але вже за матеріалом, взявши за новий базовий варіант 3.

У таблиці 5.3 наведено виготовлення продукції по обладнанню.

Таблиця 5.3 – Виготовлення продукції по обладнанню

№	Найменування показників	варіант виробництва			
		базовий	01	02	03
	Собівартість одиниці продукції, грн в тому числі витрати:	1813,47	2653,22	2003,05	1786,33
	а) на матеріали	52,53	52,53	52,53	52,53
	б) заробітну плату	1351,2	1621,44	1216,08	1080,96
	в) утримання та експлуатацію обладнання	33,4	40,08	30,06	26,72
	г) на утримання цехового персоналу	782,64	939,17	704,38	626,12
	Кількість робочих місць	32	38	29	25
	Капітальні вкладення, тис. Грн	1100,8	1045,7	1097,3	1634
	Наведені витрати, тис. Грн	21075	30721,1	23254,5	20869,5

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

При роботі на ділянці можуть виникати небезпеки:

Потенційні небезпеки, фізичного характеру:

- попадання стружки в очі при порушенні технологічної дисципліни;
- захоплення верстата одягу робітника, у випадку неправильно підбраного розміру спеціального одягу;
- опіки гарячою водою, у випадку недотримання техніки безпеки
- ураження електричним струмом, у випадку недотримання техніки безпеки;
- поломка інструмента і травмування робочого уламками деталі або інструменту, якщо не спрацювали кінцеві вимикачі, і дверцята залишилися відкритими;

Потенційні небезпеки санітарно-гігієнічного характеру:

- підвищена запиленість, у випадку відсутності засобів захисту;
- незадовільні метеорологічні умови, внаслідок неефективної роботи систем опалення, повітрообміну та кондиціонування.

Потенційні небезпеки психофізіологічного характеру:

- незадовільна організація робочого місця, у випадку недостатнього врахування ергономіки;
- використання застарілих моделей обладнання, що може призвести до механічних травм, втоми та порушень кістково-м'язового апарату.

Потенційні небезпеки, що пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки:

- коротке замикання, у випадку перенавантаження електричної системи;

Потенційні небезпеки, що пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій:

- невідповідність персоналу в умовах надзвичайних ситуацій.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Відповідно до розміщення виробничого обладнання повинно забезпечувати безпеку і зручність його експлуатації, обслуговування та ремонту з урахуванням:

- зниження впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів до значень, встановлених стандартами;
- безпечного пересування працюючих (а також сторонніх осіб), швидкої їх евакуації в екстрених випадках, а також найкоротших підходів до робочих місць;
- найкоротших шляхів руху предметів праці і виробничих відходів з максимальним винятком зустрічних вантажопотоків;
- безпечної експлуатації транспортних засобів, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів;
- використання засобів захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- робочих зон (робочих місць), необхідних для вільного та безпечного виконання трудових операцій при монтажі (демонтажі), обслуговування та ремонту обладнання з урахуванням розмірів використовуваних інструментів і пристосувань, місць для установки, зняття і тимчасового розміщення вихідних матеріалів, заготовок та готової продукції і відходів виробництва, а також запасних і демонтуються вузлів і деталей;
- площ для розміщення запасів оброблюваних заготовок, вихідних матеріалів, готової продукції, відходів виробництва, нестационарних стелажів, технологічної тари і аналогічних допоміжних зон;

- площ для розміщення стаціонарних майданчиків, сходів, пристроїв для зберігання і переміщення матеріалів, інструментальних столів, електричних шаф, пожежного інвентарю та аналогічних зон стаціонарних пристроїв;

Відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» на підприємстві дотримуються таких стандартів:

- працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання до медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії;

- особи, які суміщують професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці як з їхніх основних професій, так і за професіями, що суміщуються.

При роботі за верстатом:

- технічним процесом передбачене використання пневмо- та гідроприводів для затиску заготовок, обладнані запобіжними пристроями;

- гальмування двигуна після зупинки приводу здійснюється за рахунок тертя, тобто самовільно;

- на всіх металоріжучих верстатах ділянки встановлена система пуску і зупинки;

- передбачені запобіжні захисні засоби для автоматичного відключення верстатів при виході якого-небудь параметра обладнання за межі допустимих значень, що виключає аварійні режими роботи;

- передбачена фіксація та кріплення рухомих органів станка при ремонтах, в неробочому стані при транспортуванні;

Згідно з НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»

При роботі зі струмопровідними елементами:

- всі струмопровідні частини верстатів захищені кожухом або ізольовані, можливо введення в обладнання пристроїв для контролю ізоляції та

сигналізації або відключення живлення при пошкодженні з метою захисту від ураження електричним струмом;

- застосована низька напруга (24В) для освітлення та живлення інструментів. Використовується також заземлення і занулення неструмопровідних частин обладнання, які можуть виявитися під напругою;

- застосовується електричне розділення мережі на окремі ділянки за допомогою спеціальних розподільних трансформаторів;

- передбачені застережливі знаки: „блискавки” на дверцях і кришках електроапаратури.

6.3 Навчання з охорони праці як один із заходів забезпечення безпеки

Загальна норма щодо навчання з питань охорони праці та проведення інструктажів під час прийняття на роботу і в процесі роботи закріплена ст. 18 [Закону України «Про охорону праці»](#), відповідно до якої працівники повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварій.

Вимоги щодо порядку стажування (дублювання) і допуску працівників до самостійної роботи визначено у розділі 7 Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці [від 26.01.2005 р. № 15](#) В редакції від 14.04.2017р.

Усі працівники, які приймаються на постійну чи тимчасову роботу і при подальшій роботі повинні проходити на підприємстві навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж, стихійних лих. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Вступний інструктаж з охорони праці

проводиться з усіма працівниками, які щойно працевлаштувалися незалежно від їх освіти, стажу роботи за професією або посади;

1. Вступний інструктаж

Після укладання трудового договору з новоприйнятим працівником спеціаліст з охорони праці підприємства проводить вступний інструктаж з питань охорони праці. Цей вид інструктажу проводиться за затвердженою роботодавцем програмою. Результати інструктажу фіксуються в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці.

2. Навчання з питань охорони праці

Новоприйнятий працівник за затвердженими роботодавцем тематичним планом і програмою проходить навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Тривалість навчання визначає роботодавець. Навчання з питань охорони праці може проводитись як традиційними методами, так і з використанням сучасних видів навчання — модульного, дистанційного тощо, а також з використанням технічних засобів навчання: аудіовізуальних, комп'ютерних навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів. Слід зазначити, що навчання з питань охорони праці може проводитись як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарювання, який в установленому Типовим положенням порядку проводить відповідне навчання.

3. Перевірка знань з питань охорони праці

Після проведення навчання комісією підприємства проводиться перевірка знань працівників з питань охорони праці за нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання вимог яких входить до їхніх функціональних обов'язків. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці працівників, з урахуванням специфіки виробництва, складається членами комісії та затверджується роботодавцем. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є тестування, залік або іспит.

Тестування проводиться комісією за допомогою технічних засобів (автоекзаменаторів, модульних тестів тощо), залік або іспит — за екзаменаційними білетами у вигляді усного або письмового опитування. Роботодавець своїм наказом затверджує екзаменаційні білети та тест-карти або вводить в дію комп'ютерні програми (автоекзаменатори), що тестують. Результат перевірки знань з питань охорони праці при виконанні робіт з

підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, оформлюється протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці. Особам, які під час перевірки знань з охорони праці виявили задовільні результати, видається посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці. При цьому в протоколі та посвідченні у стислій формі зазначається перелік основних нормативно-правових актів з охорони праці та з безпечного виконання конкретних видів робіт, в обсязі яких працівник пройшов перевірку знань.

При незадовільних результатах перевірки знань з питань охорони праці працівники протягом одного місяця повинні пройти повторне навчання й повторну перевірку знань. При цьому роботодавець має право притягнути працівника до дисциплінарної відповідальності (винести догану), оскільки, відповідно до ст. 14 Закону України «Про охорону праці», кожен працівник повинен знати та виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці.

Положення вимагає не допускати до роботи працівників, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці. Якщо працівник не пройшов і повторної перевірки знань, то він переводиться на іншу роботу, виконання якої не вимагає проходження навчання та перевірки знань з питань охорони праці, або звільняється роботодавцем.

4. Первинний інструктаж

Після проходження навчання та перевірки знань з питань охорони праці новоприйнятому працівнику безпосереднім керівником робіт проводиться первинний інструктаж з питань охорони праці. Первинний інструктаж, як і інші види інструктажів, крім вступного, завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці особою, яка проводила інструктаж.

При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок безпечного виконання робіт після первинного інструктажу протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

Про проведення первинного інструктажу та допуск до роботи у випадку, коли новоприйнятий працівник не проходить стажування (дублювання), особа, яка проводила інструктаж, уносить відповідний запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Якщо

новоприйнятий працівник проходить стажування (дублювання), запис про допуск до самостійної роботи робиться після проходження стажування (дублювання).

5. Стажування (дублювання)

Після проходження первинного інструктажу новоприйняті на підприємство працівники до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених працівників пройти стажування протягом не менше 2–15 змін або дублювання протягом не менше шести змін. Порядок проведення стажування (дублювання) вже неодноразово розглядався. Слід тільки зазначити, що працівник, який проводить стажування (дублювання), не має права залишити без нагляду працівника, який проходить стажування (дублювання).

Роботодавцю надається право своїм наказом звільняти від проходження стажування (дублювання) працівника, який має стаж роботи за відповідною професією не менше 3 років або переводиться з одного підрозділу до іншого, де характер роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються. Ця обставина має зазначатися в наказі про прийняття на роботу або про переведення до іншого підрозділу.

6. Допуск до самостійної роботи

Після закінчення стажування (дублювання) та при задовільних результатах перевірки знань з питань охорони праці наказом (розпорядженням) роботодавця (або керівника структурного підрозділу) працівник допускається до самостійної роботи, про що робиться запис у журналі реєстрації інструктажів.

Якщо працівник не оволодів необхідними виробничими навичками чи отримав незадовільну оцінку з протиаварійних та протипожежних тренувань, стажування (дублювання) новим наказом може бути продовжено на термін не більше двох змін.

Якщо працівник не оволодів необхідними знаннями і навичками за період додаткового стажування (дублювання), роботодавець переводить його на іншу роботу або звільняє з роботи. Допускати таких працівників до роботи категорично заборонено, оскільки це збільшує ризик виникнення нещасних випадків або аварій на виробництві.

Якщо працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, щороку проходять за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Тоді як посадові особи, що опікуються організацією безпечного ведення робіт, проходять навчання та перевірку знань з охорони праці за участю профспілок з періодичністю один раз на три роки.

6.4 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Відповідно до ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

1. Температура повітря.
2. Відносна вологість повітря.
3. Швидкість руху повітря.
4. Інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні та допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні проєктованих приміщень відповідають 96 значенням, зазначеним у ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Таблиця 6.1 – Метрологічні умови в приміщенні цеху

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, t, °C	Відносна вологість, %	Швидкість повітря
Холодний період	Середньої важкості ІІа	19-21	60-40	0.2
Теплий період	Середньої важкості ІІа	21-23	60-40	0.2

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року є пристрій системи опалювання, поєднаний з приточною вентиляцією.

Коливання температури повітря по горизонталі в робочій зоні, а також протягом зміни допускається до 5°C, при цьому абсолютні значення температури повітря, виміряної на різній висоті і в різних ділянках приміщень протягом зміни, не виходять за межі допустимих величин.

Відповідно до ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» для забезпечення нормальних метеорологічних умов і підтримки теплової рівноваги тіла людини і довкілля в цеху проводиться низка заходів, основними з яких є наступні: – механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, виконання яких супроводиться надлишковим теплоутворенням в організмі людини;

Таблиця 6.3 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях

Найменування речовини	Фактична концентрація	ГДК Зм мг	Клас небезпеки
Окис вуглецю	12	20	4
Заліза окис з домішкою марганцю	4	2	4
Пил абразиву	5	6	4
Пари масла	5	5	3

Згідно ДБН В.2.5-28-2018«Природне і штучне освітлення» виконуються такі стандарти:

- робочі місця освітлюються в такій мірі, щоб робітник мав можливість добре бачити процес роботи, не напружуючи зору і не нахилиючись для цього до інструменту і обробляє виробу. Освітлення робочих місць не повинне створювати різких тіней або відблисків, що надають сліпучу дію; - недостатнє або неправильне освітлення робочого місця викликає перевтому зору, знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку;

- проходи і проїзди освітлюють так, щоб забезпечувалася хороша видимість елементів будівлі і обладнання, складених на підлозі заготовок і деталей, рухомого внутрізаводського транспорту.

На ділянці цеху передбачено природне і штучне освітлення. Природне освітлення використовується в денний час доби: воно забезпечує хорошу освітленість, сприятливо діє на зір і володіє високою економічністю. На вікнах з сонячного боку встановлені захисні пристрої від попадання прямих сонячних променів, стекла очищаються від пилу і грязі не рідше двох разів на рік. Кріплення скла у вікнах зроблене способом, виключає можливість випадання їх з рам.

Штучне освітлення використовується в темний час доби. Джерелом штучного світла є електрика, що використовується в лампах розжарювання або в люмінесцентних лампах.

Норми вібрації встановлені і зазначені в таблиці 5.5. Вібрація - це коливання механізмів, машин, будинків і т.д. Вібрація характеризується: частотою, Гц; амплітудою, мм; віброшвидкістю, см/хв; віброприскоренням, см/хв².

Таблиця 6.4 – Допустимий рівень вібрації робочих місць та на території підприємства

Частота, Гц	Амплітуда, мм	Віброшвидкість, см/хв	Віброприскорення, см/хв ²
3	0,6 ... 0,4	1,12... 0,76	22 ... 14
100	0,005 ... 0,003	0,23 ... 0,19	112 ... 124

Відповідно з «Санитарними нормами и правилами по ограничению шума на территории и в помещениях производственных предприятий», по ОСТ2Н89-40-75, рівень звуку на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБА по ДСН 3.3.6.03799 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Електромагнітне поле (ЕМП) в обладнанні (виникає довкола живлення кабелів і провідників при протіканні електричного струму) є незначним по впливу на організм людини. ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» вказує норми ЕМП.

Таблиця 6.5 – Норми опромінення ЕМП

Тривалість опромінення	Гранична потужність, мкВт/см ²
За вісім годин роботи	10
Не більше двох годин за робочий день	100
Не більше 15 ... 20 хвилин за робочий день при обов'язковому використанні захисних окулярів	1000

6.5 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» приміщення відноситься до класу можливої пожежі D - горіння металів, та класу E - пожежі, пов'язані з горінням електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В. Згідно із методикою визначення категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою, який регламентується ДСТУ Б В.1.1-36:2016

«Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою» та СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»

На дільниці пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розташовано на двох пожежних щитах (стендах), відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні". Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники, які відзначаються високою ефективністю дії. На дільниці встановлено 2 вуглекислотних вогнегасника місткістю 5 л. Даний тип вогнегасників дозволяє гасити електроустановки, що знаходяться під напругою. Згідно п.3.10 НАПБ Б.03.001-2004 приміщення слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ОУ-2 або ОП-5. Також використовується сповіщувачі пожежі, який буде реагувати на дим.

Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи щодо її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежонебезпечності у захищуваному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси). Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення температури, дим, полум'я.

На кожному підприємстві має бути опрацьована загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки та інструкції для всіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень (дільниць, цехів, складів, майстерень, лабораторій тощо

6.6 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Дії керівників і персоналу при виникненні НС.

Найбільш характерними помилками в управлінській діяльності керівників при отриманні інформації про виниклу надзвичайну ситуацію є:

-втрата часу на перевірку достовірності отриманої інформації і затримка з оприлюдненням персоналу і населення;

-спроби в результаті необ'єктивної оцінки ступеня виниклої загрози ліквідувати інцидент своїми силами;

-невміле практичне використання планів дій щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;

-недостатня відпрацьованість порядку притягнення до ліквідації масштабних надзвичайних ситуації необхідних сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт;

-несвоєчасне інформування про факт виникнення, справжні причини і масштаби виникла надзвичайної ситуації вищестоячих органів управління, органів управління і населення, що знаходяться в небезпечній зоні.

Подібного роду помилки нерідко призводять до невиправдано тяжких наслідків надзвичайних ситуацій.

Важливу роль у забезпеченні захисту від вражаючих факторів надзвичайної ситуації має підготовка персоналу підприємства (об'єкта, установи) до дій в умовах НС.

Підготовка персоналу до дій в небезпечних ситуаціях.

Робота в цьому напрямку повинна будуватися відповідно до вказівок МНС України, галузевих міністерств і відомств, а також на аналізі потреб конкретного підприємства. Практика показує, що причинами поганої роботи працівників і їх неправильної поведінки, невдалих дій, травматизму і загибелі персоналу є:

-недостатня професійна і психологічна підготовленість до роботи, в т. ч. до дій в небезпечних ситуаціях;

-недисциплінованість, безтурботність, зневага правилами безпеки, втрата пильності;

-незнання тактичних основ і правових норм своєї роботи.

Непідготовленість працівників найчастіше є наслідком недостатньої вимогливості або формального підходу керівників підприємства до якості підбору і підготовки співробітників, слабкого контролю за дотриманням вимог і рекомендацій щодо забезпечення безпеки на роботі і в побуті.

Основною метою професійної підготовки співробітників підприємства є формування у них особистих якостей, знань, навичок і умінь, необхідних для забезпечення не тільки результативною, а й безпечної роботи.

У процесі навчання і початкового періоду роботи співробітників підприємства повинні навчити вирішуватися наступні завдання:

- освоєння раціональних методів роботи, вимог керівництва і технічних засобів;

- розвиток корисних навичок, наприклад, швидкої реакції, оперативного мислення, вміння спостерігати, а також витривалості, кмітливості, рішучості, стійкості та ін.

Процес навчання персоналу підприємства з питань забезпечення безпеки повинен мати переважно практичну спрямованість. Навчання здійснюється методами розповіді та демонстрації на робочих місцях, у приміщеннях підприємства, і інших конкретних об'єктах з урахуванням реальних завдань і ситуацій.

Ознайомча практика передбачає вивчення організації режиму безпеки підприємства та особисту участь нового працівника у виконанні навчальних і практичних завдань.

Підготовка співробітників підприємства повинна здійснюватися постійно і вдосконалюватися в процесі роботи. Під контролем керівників вони закріплюють необхідні знання тактичних дій в різних ситуаціях, вміння аналізувати і прогнозувати можливий несприятливий розвиток подій, приймати рішення і діяти у відповідності зі що складається обстановкою.

На практичних заняттях і на робочих місцях поступово відпрацьовуються автоматизм і вміння виконувати необхідні дії швидко і чітко, наприклад, при задимленні, відключенні електроенергії, при евакуації персоналу, отриманні травми і т. д

Вправи повинні забезпечувати відпрацювання та поліпшення якостей і навичок, необхідних співробітнику, а попутно покращувати і інші життєво важливі здібності людини, наприклад, спостережливість, уважність, швидкість реакції, володіння прийомами надання першої допомоги та ін.

З отриманням інформації (розпорядження, сигналу) про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації керівник зобов'язаний:

- Організувати оповіщення та збір керівного складу та членів КЧС ПБ підприємства (установи);

- організувати введення в дію в установленому порядку плану дій підприємства установи щодо попередження та ліквідації наслідків НС природного і техногенного характеру;

- організувати взаємодію з управлінням у справах ЦЗ ЧС міста (району);

- ввести посилений режим роботи з цілодобовим чергуванням керівного складу, чергових змін;

- посилити спостереження і контроль за станом навколишнього середовища, обстановкою на підприємстві (установі) та прилеглої до нього території;

- своєчасно доповідати вищим органам управління, інформувати підлеглі і взаємодіючі структури, сусідів про обстановку і можливий її розвитку;

- розвернути роботу КЧС ПБ, штабу (відділу, сектору) у справах ГОЧС, начальників служб ЦО, оперативних груп для виявлення обстановки на підприємстві (установі) та прилеглої до нього території, прогнозування можливого виникнення НС, її масштабів і вироблення пропозицій щодо її ліквідації ;

- при виникненні НС, яка загрожує життю і здоров'ю персоналу (співробітників) провести його екстрену евакуацію в безпечний район;

- при оголошенні карантину або особливого положення встановити відповідні обмеження;

- прийняти заходи щодо захисту співробітників і учнів персоналу підприємства, навколишнього середовища і підвищення стійкості його функціонування;

- організувати перевірку служб життєзабезпечення підприємства до дій відповідно до прогнозованої обстановкою;

-при необхідності уточнити завдання силам і засобам, призначеним для ліквідації загрози виникнення НС, і висунути їх до місць можливих дій.

При оголошенні стану війни, фактичного початку воєнних дій або введення воєнного стану керівник зобов'язаний:

-Своєчасно провести оповіщення персоналу, позаштатних аварійно-рятувальних формувань (НАСФ) підприємства про загрозу нападу противника;

-організувати заходи з управління, оповіщення, зв'язку і взаємодії;

-організувати введення в дію в установленому порядку плану ГО підприємства;

-забезпечувати в установленому порядку продовольством, медичним майном і питною водою ховається в захисних спорудах людей;

-керує проведенням заходів з підготовки заміської зони до прийому евакуйованих за умовами їх першочергового життєзабезпечення;

-організувати і провести евакуацію і розосередження персоналу і членів їх сімей при отриманні сигналу (розпорядження) на проведення евакуаційних заходів;

-проводити заходи щодо світломаскування підприємства, особисто керувати проведенням АСДНР в осередку ураження та відновленням функціонування освітньої установи.

Заходи щодо переведення ГО з мирного на воєнний стан в повному обсязі проводяться з оголошенням загальної готовності ГО. Однак ще до оголошення загальної готовності можуть надходити розпорядження на проведення заходів, що підвищують готовність ГО.

При загрозі вибуху (виявлення вибухового пристрою):

-Прибути на місце виявлення вибухонебезпечного предмета;

-на місці виявлення вибухонебезпечного предмета виставити охорону силами позаштатних аварійно-рятувальних формувань (НАСФ);

-повідомити по телефону в єдину службу порятунку, черговому ОВС, черговому адміністрації муніципального освіти (міста, району), керівнику вище стоячої організації;

-провести екстрений вивід персоналу у безпечне місце;

-до прибуття спеціальних служб організувати охорону будівлі;

-зустріти представників служб і доповісти обстановку, всіляко надавати необхідну допомогу.

При отриманні сигналу про пожежу:

-Повідомити по телефону в єдину службу порятунку, черговому МВС, черговому адміністрації муніципального освіти (міста, району), керівнику вище стоячої організації;

-визначити маршрути виходів, відкрити їх;

-провести екстрений вивід персоналу на безпечну відстань;

-забезпечити персонал засобами захисту органів дихання (марлеві пов'язки, носові хустки та ін.). Проконтролювати використання персоналом даних заходів при виході;

-після екстреного виведення перевірити відсутність людей в будівлі, закриття вікон і дверей;

-посадової особам, відповідальним за виведення груп - перевірити наявність людей і негайно доповісти керівнику установи та уповноваженому у справах ЦЗ НС;

-по можливості ліквідувати вогнище загоряння своїми силами;

-надати допомогу постраждалим при екстреному виведення;

-виключити паніку, забезпечити організацію екстреного виведення;

-організувати охорону будівлі і регулювання на під'їздах до нього;

-зустріти представників служб і доповісти обстановку, всіляко надавати необхідну допомогу;

-по можливості організувати винесення майна і документації та забезпечити їх охорону.

При спрацьовуванні вибухового пристрою:

-Повідомити про те, що трапилося в територіальні підрозділи МВС, а також муніципальний орган влади та своєму безпосередньому керівнику;

-з'ясувати обстановку (місце вибуху, наявність спалаху і т.п.);

-забезпечити евакуацію персоналу з будівель підприємства, згідно з Планом евакуації і перевірку наявності людей;

-з'ясувати наявність постраждалих;

-організувати евакуацію постраждалих та надання їм першої медичної допомоги силами персоналу підприємства;

-організувати зустріч пожежних і рятувальників, швидкої допомоги, наряду поліції і повідомити їм:

-про наявність та місцезнаходження потерпілих;

-план розташування приміщень підприємства з зазначенням місця спрацювання вибухового пристрою;

-інші наявні відомості;

-надати можливу допомогу співробітникам МВС під час проведення слідчих дій.

При захопленні персоналу в заручники:

-негайно вивести що не піддався захопленню персонал з будівлі, організувати перевірку наявності персоналу;

-повідомив про те, що трапилося в територіальні підрозділи МВС, а також муніципальний орган влади (МОВ) і своєму безпосередньому керівнику;

-встановити місцезнаходження терористів і заручників, їх вимоги, психічний стан;

-організувати спостереження за будівлею підприємства з метою не допустити проникнення в нього сторонніх;

-організувати зустріч слідчо-оперативної групи МВС, повідомити всі відомості, якими ви володієте про терористів і захоплених ними людей. Передати слідчо-оперативній групі МВС план розташування приміщень підприємства.

При отриманні сигналу про аварію з викидом аварійно хімічних небезпечних речовин

Відмінною особливістю виникають при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах надзвичайних ситуацій є те, що при високих концентраціях ахова або отруйних речовин ураження людей може відбуватися в короткі терміни.

Аварії на хімічно небезпечних об'єктах можуть супроводжуватися руйнуваннями, пожежами та вибухами, що збільшує радіус району аварії в 1,5 - 2 рази, що обґрунтовується можливістю викидів в цих умовах великої кількості АХОВ за рахунок вибуху.

В результаті аварії на ХОО обслуговуючий персонал і населення, яке проживає поблизу об'єкта, можуть отримати тяжкі ураження отруйними речовинами. Ахова надають нищівну силу на людей при попаданні їх парів в атмосферу, при розливі цих речовин на місцевості і різних поверхнях, з якими стикаються люди.

При отриманні сигналу про аварію з викидом АХОВ керівник зобов'язаний:

-негайно сповістити персонал (робітників і службовців) про загрозу хімічного зараження і про необхідність використання індивідуальних засобів захисту або використання підручних кошти з тканини, які необхідно змочити водою;

- віддати розпорядження на видачу засобів індивідуального захисту (при необхідності) або заняття притулків;

- дати вказівку на герметизацію виробничих приміщень (закрити всі вікна, квартирки, двері);

- організувати розвідку обстановки на території підприємства (установи);

- зв'язок з територіальними органами, уповноваженими на вирішення питань цивільної оборони та захисту від надзвичайних ситуацій (ГОЧС) і отримати інформацію про параметри аварії і її наслідки;

- провести оцінку характеру руйнувань, пожеж, розмірів зони хімічного зараження, оцінку можливості застосування техніки і засобів механізації, оцінку можливостей своїх сил при ліквідації НС, ймовірну участь в роботах інших сил і засобів, їх можливості, оцінку впливу пори року, доби, стану погоди на виконання завдання, оцінку психологічного і морального стану персоналу;

- організувати надання термінової медичної допомоги постраждалим в т.ч. на застосування антидотів, відправка в лікувальні установи (при необхідності);

- прийняти рішення відповідно до обстановки і віддати необхідні розпорядження (організувати евакуацію персоналу, вжити заходів до безаварійної зупинки виробництва, вести розвідку хімічної обстановки з використанням приладів хімічної розвідки і т.д.);

- при необхідності організувати проведення санітарної обробки персоналу і проведення дегазації обладнання та приміщень об'єкта.

При отриманні сигналу про аварію з викидом радіоактивних речовин керівник зобов'язаний:

- негайно сповістити персонал (робітників і службовців) про загрозу радіоактивного зараження і необхідності підготовки і застосування засобів захисту органів дихання і йодистих препаратів;

- дати вказівку на герметизацію виробничих приміщень (закрити всі вікна, квартирки, двері);

-попередити персонал про необхідність перебувати далеко від вікон і підготовці до евакуації;

-поставити завдання членам комісії з попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій та пожежної безпеки на проведення першочергових заходів щодо захисту персоналу і території об'єкта (підготовка притулків для обіймання людьми, підготовка засобів дезактивації, підготовка засобів радіаційної розвідки та контролю, організувати радіаційну розвідку, і т.д.);

-встановити зв'язок з територіальним органом ЦЗЧС і уточнити обстановку (розміри зони зараження, час підходу зараженого хмари, рівні радіації на місцевості, заходи, що проводяться органами ЦЗЧС);

-оцінити обстановку на об'єкті та прийняти рішення на проведення йодної профілактики, додаткового захисту або евакуації персоналу;

-при необхідності організувати проведення санітарної обробки людей та спеціальної обробки (дезактивації) обладнання, приміщень і техніки.

ВИСНОВОК

Згідно із завданням на дипломний проект, проведено заходи з удосконалення технології обробки лопатки за рахунок об'єднання операцій. Детально розроблений технологічний процес виготовлення лопатки. Вибраний метод здобуття заготовки, призначені припуски на заготовку. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені по рекомендаціях нормативних документів авіаційної промисловості. Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектований верстатний пристрій (цанга). У частині по охороні праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях виконаний повний аналіз небезпек на ділянці механічної обробки лопатки з точки зору безпеки проведення робіт, приведена характеристика виробництва по мірі пожежної безпеки, розроблено заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях. Спецзавдання виконане на тему: «Використання станків з ЧПУ у сучасному виробництві».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіабудування і машинобудування для студентів спеціальностей "Технологія машинобудування" та "Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів" усіх форм навчання. /Склали: Яценко В.К. та ін.-Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. 245с.
2. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.1,-М.:Машиностроение.1985; 656с., ил.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. "Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении". Справочник технолога.-М.:Машиностроение, 1976.-288с., ил.
4. Баранчиков В.С. "Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания",- М.:Машиностроение, 1978.-356с.
5. "Режимы резания металлов" Справочник под ред. Барановского Ю.В. - М.:Машиностроение, 1972.-408с., ил.
6. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.2,-М.:Машиностроение.1985; 496с., ил.
7. Стружестрах Е.И. "Справочник нормировщика машиностроителя", т II- М.:Машиностроение,1961.-892с., ил.
8. Руденко П.А. и др. "Проектирование и производство заготовок в машиностроении".-К.: Вища школа., 1991.-247с., ил.
9. "Обработка металлов резанием: Справочник технолога" / А.А. Панов, В.В. Аникин. Н.Г. Бойм и др. под общ.ред. А.А. Панова.-М.:Машиностроение.1988.-736с.: ил.
10. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.1,- М.:Машиностроение,1979,-728с., ил.
11. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.2,- М.:Машиностроение,1979,-559с., ил.
12. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. "Курсовое проектирование по технологии машиностроения",-Мн.:Выш.школа, 1983.-256., ил.
13. "Справочник нормировщика"/А.В. Ахумов и др.-Л.:Машиностроение, 1986.-458., ил.
14. Маталин А.А. "Технология машиностроения"-Л.:Машиностроение, 1985.-496с., ил.

15. "Технология машиностроения (специальная часть)", А.А. Гусев и др.-М.: Машиностроение, 1986.-480с., ил.
16. Горошкин А.К. "Приспособления для металлорежущих станков". Справочник - М.:Машиностроение,1979.303с., ил.
17. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. "Станочные приспособления" - М.: Машиностроение, 1973.-344с.
18. Ансеров М.А. "Приспособления для металлорежущих станков".-Л.: Машиностроение,1975.-656с.
19. Кузнецов Ю.И. и др. "Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник".- М.:Машиностроение,1990-512с., ил.
20. "Справочник инструментальщика" И.А. Ординарцев и др.- Л.: Машиностроение,1987-846с., ил.
21. Егоров М.Е. "Основы проектирования машиностроительных заводов: Учебник".-М.:Высш.шк.,1969.-480с.
22. В.А Богуслаев, В.К. Яценко, В.Ф.Притченко "Технологическое обеспечение и прогнозирование несущей способности деталей ГТД"-К.:АН Украины,1993.,332с.
23. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.1-Л.: Машиностроение,1978-544с., ил.
24. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.2-Л.: Машиностроение,1978-545с., ил.
25. Москальова В.М. «Основы охорони праці »:Підручник.-К.:ВД «Професіонал», 2005.-672с.
26. <http://www.novator-grp.ru/rus/catalog/10>
27. <http://varitec.com.ua/show-room/lynx-300m-2.html>
28. <https://www.mylascnc.com/en/product/detail-13.htm>
29. <http://www.batex.ua/spip.php?article92>
30. <https://pumori-invest.ru/oborudovanie/tokarnye-stanki-s-chpu>
31. <https://www.wiesser.com.tw/product-detail/wiesser-vmc640-cnc-machining-center>
32. <http://www.solutionsmachinesoutils.com/ru/produit/huron-k2x8-five/#pid>

ДОДАТОК А

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА РОБОЧЕ ПРИСТОСУВАННЯ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			НУЗП 292111.002	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Корпус цанги	1	
		3		Цанга	1	
		4		Упор	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		5		Гвинт М16х25 ГОСТ 1491-76	1	
		6		Пружина ГОСТ 13771-68	1	
		7		Гвинт М6х14 ГОСТ 1491-76	6	
		8		Гвинт М12х20 ГОСТ 7808-70	3	
		9		Шайба ГОСТ 11371-78	1	

НУЗП 292111.002			
Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Зроб.	Габуря		
Перев.	Дядя		
Контр.	Дядя		
Контр.	Логанімов		
Затв.	Дядя		
Цанговий пристрій		Лім	Лист
			1
		Листів	2
НУЗП, каф. ТМБ МЗ-118м			
Формат А4			

ДОДАТОК Б

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА КОНТРОЛЬНЕ ПРИСТОСУВАННЯ

ДОДАТОК В
ПРОГРАМА ДЛЯ ОБРОБКИ ЛОПАТКИ

TOOL PATH/MY_ROUGH_MILLING,TOOL,MY_TOOL
TLDATA/MILL,10.0000,5.0000,75.0000,0.0000,0.0000
MSYS/0.0000,0.0000,182.0000,-
1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
\$\$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/9.3614,-11.9205,109.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000
PAINT/COLOR,211
RAPID
GOTO/9.3614,-11.9205,100.5000
PAINT/COLOR,42
FEDRAT/MMPM,250.0000
GOTO/9.3614,-11.9205,97.5000
GOTO/4.3989,-5.6412,97.5000
PAINT/COLOR,31
CIRCLE/6.2586,-7.9953,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/4.2956,-5.7266,97.5000
CIRCLE/1.2528,-
2.1805,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.6727,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000
GOTO/2.8053,-6.5877,97.5000
CIRCLE/3.8093,-9.4147,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/2.5634,-6.6856,97.5000

CIRCLE/0.6632,-
2.4783,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.6166,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/1.0849,-7.0756,97.5000

CIRCLE/1.3643,-10.0625,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/0.9073,-7.0975,97.5000

CIRCLE/-0.0830,-
0.5525,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,6.6195,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/-2.7144,-6.6266,97.5000

CIRCLE/-3.9040,-9.3806,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-2.8566,-6.5694,97.5000

CIRCLE/-1.1123,-
1.9211,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.9648,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/-4.2820,-5.7424,97.5000

CIRCLE/-6.1934,-8.0547,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-4.4298,-5.6278,97.5000

CIRCLE/-0.9780,-
0.9066,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,5.8485,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/-5.7876,-4.2341,97.5000

GOTO/-5.8850,-4.0932,97.5000

CIRCLE/-8.3520,-5.8003,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-5.9747,-3.9705,97.5000

CIRCLE/0.0260,0.0353,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,7.2149,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-7.1836,-0.2390,97.5000

CIRCLE/0.5419,-0.1318,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,7.7263,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-6.7487,2.4259,97.5000

CIRCLE/-0.3469,0.1988,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,6.7782,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-5.4454,4.6652,97.5000

CIRCLE/-0.0587,0.0965,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,7.0632,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-0.4891,7.1466,97.5000

CIRCLE/0.0730,0.3132,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,6.8565,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.9808,6.5226,97.5000

CIRCLE/4.2507,9.2406,97.5000,0.0000000,0.0000000,-1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.1012,6.4695,97.5000

CIRCLE/1.4507,2.5138,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.2863,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/4.1876,5.8125,97.5000

CIRCLE/6.0971,8.1263,97.5000,0.0000000,0.0000000,-1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/4.3820,5.6649,97.5000

CIRCLE/1.4218,1.4505,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,5.1502,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/5.6297,4.4200,97.5000

CIRCLE/8.0772,6.1549,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/5.7762,4.2299,97.5000

CIRCLE/2.1766,1.2410,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.6788,0.0
600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/6.5547,2.8910,97.5000

CIRCLE/9.3605,3.9530,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/6.6100,2.7553,97.5000

CIRCLE/0.2401,-
0.0014,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,6.9408,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/6.6073,-2.7642,97.5000

CIRCLE/9.3605,-3.9559,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/6.5552,-2.8927,97.5000

CIRCLE/2.0966,-
1.1919,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.7720,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/5.7885,-4.2155,97.5000

CIRCLE/8.1139,-6.1109,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/5.6432,-4.4093,97.5000

CIRCLE/1.7701,-
1.7205,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.7149,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/4.5094,-5.5580,97.5000

CIRCLE/6.2591,-7.9949,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,3.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/4.3989,-5.6412,97.5000

PAINT/COLOR,36
GOTO/2.5387,-3.2876,97.5000
PAINT/COLOR,31
GOTO/2.4713,-3.3416,97.5000
CIRCLE/6.2592,-7.9948,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/2.3519,-3.4414,97.5000
CIRCLE/1.2530,-
2.1804,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.6726,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000
GOTO/1.8128,-3.7566,97.5000
CIRCLE/3.8097,-9.4145,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/1.6548,-3.8149,97.5000
CIRCLE/3.8097,-9.4145,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/1.4730,-3.8883,97.5000
CIRCLE/3.8097,-9.4145,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/1.3400,-3.9464,97.5000
CIRCLE/0.6634,-
2.4783,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.6166,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000
GOTO/0.8139,-4.0878,97.5000
CIRCLE/1.3646,-10.0625,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000
GOTO/0.6580,-4.1042,97.5000
CIRCLE/1.3646,-10.0625,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/0.4669,-4.1300,97.5000

CIRCLE/-0.0830,-

0.5525,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,3.6195,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-1.5181,-3.8754,97.5000

CIRCLE/-3.9038,-9.3807,97.5000,0.0000000,0.0000000,-

1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-1.6926,-3.8030,97.5000

CIRCLE/-3.9040,-9.3806,97.5000,0.0000000,0.0000000,-

1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-1.8026,-3.7606,97.5000

CIRCLE/-1.1123,-

1.9211,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.9648,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-2.3639,-3.4356,97.5000

CIRCLE/-6.1931,-8.0549,97.5000,0.0000000,0.0000000,-

1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-2.4557,-3.3611,97.5000

CIRCLE/-6.1931,-8.0549,97.5000,0.0000000,0.0000000,-

1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-2.6520,-3.2113,97.5000

CIRCLE/-0.9782,-

0.9063,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,2.8486,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-3.3349,-2.5064,97.5000

GOTO/-3.4181,-2.3862,97.5000

CIRCLE/-8.3520,-5.8003,97.5000,0.0000000,0.0000000,-

1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-3.5184,-2.2455,97.5000

CIRCLE/0.0260,0.0353,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.2149,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-4.1843,-0.1608,97.5000

CIRCLE/0.5419,-0.1318,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.7263,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-3.9191,1.4295,97.5000

CIRCLE/-0.3475,0.1981,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,3.7779,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-3.2008,2.6742,97.5000

CIRCLE/-0.0607,0.0964,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,4.0627,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/-0.3340,4.1499,97.5000

CIRCLE/0.0700,0.3146,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,3.8565,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/1.7053,3.8072,97.5000

CIRCLE/4.2505,9.2406,97.5000,0.0000000,0.0000000,-1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/1.7884,3.7691,97.5000

CIRCLE/4.2505,9.2406,97.5000,0.0000000,0.0000000,-1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/1.9402,3.7033,97.5000

CIRCLE/1.4506,2.5138,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.2863,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.2693,3.5059,97.5000

CIRCLE/6.0968,8.1266,97.5000,0.0000000,0.0000000,-1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.4038,3.3977,97.5000

CIRCLE/6.0968,8.1266,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.6481,3.2167,97.5000

CIRCLE/1.4217,1.4506,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,2.1502,0.0
600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.1758,2.6942,97.5000

CIRCLE/8.0769,6.1552,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.2350,2.6118,97.5000

CIRCLE/8.0769,6.1552,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.3733,2.4302,97.5000

CIRCLE/8.0769,6.1552,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.4608,2.3222,97.5000

CIRCLE/2.1765,1.2411,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.6788,0.0
600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.7466,1.8354,97.5000

CIRCLE/9.3604,3.9533,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.8011,1.6962,97.5000

CIRCLE/9.3604,3.9533,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.8540,1.5701,97.5000

CIRCLE/0.2401,-
0.0014,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,3.9408,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/3.8567,-1.5666,97.5000

CIRCLE/9.3606,-3.9557,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.8013,-1.6986,97.5000

CIRCLE/9.3606,-3.9557,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.7546,-1.8173,97.5000

CIRCLE/2.0966,-
1.1919,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.7720,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/3.4702,-2.3113,97.5000

CIRCLE/8.1142,-6.1105,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.3858,-2.4169,97.5000

CIRCLE/8.1142,-6.1105,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.2665,-2.5750,97.5000

CIRCLE/8.1142,-6.1105,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/3.1854,-2.6889,97.5000

CIRCLE/1.7702,-
1.7204,97.5000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,1.7149,0.0600,0.5000,10.0000,5
.0000

GOTO/2.7703,-3.1134,97.5000

CIRCLE/6.2592,-7.9948,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.6481,-3.2031,97.5000

CIRCLE/6.2592,-7.9948,97.5000,0.0000000,0.0000000,-
1.0000000,6.0000,0.0600,0.5000,10.0000,5.0000

GOTO/2.5387,-3.2876,97.5000

PAINT/COLOR,36

GOTO/0.6784,-0.9340,97.5000

PAINT/COLOR,31