

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька політехніка»

РЕЦЕНЗІЯ
 на дипломний проект (роботу)

Удосконалення базового технологічного процесу деталі
(вказати тему дипломного проекту (роботи))
 «Пуансон» шийками використання сучасного метаморф. обл.
 Студент (ка) Гнедаш Ігор Олегівич

Спеціальність 131 Прикладна механіка, Технологіє машинобудування
(код, найменування спеціальності)

Обсяг проекту

Кількість аркушів креслень 1хА0, 2хА1, 2хА2

Кількість сторінок пояснювальної записки 107

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень Удоскона-
 лення методу отримання заготовки; розробка нового
 технологічного процесу виготовлення деталі; Вибір сучас-
 ного метаморфічного обладнання з ЧПК

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню
 дипломний проект не повністю відповідає
 завданню

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

некоректно виконан аналіз та технологічність
 відсутнє економічне обґрунтування способу отримання
 заготовки відсутній мал та розрахунок
 основних параметрів та основні поверхні

г) негативні особливості виконання проекту (роботи) не кресленні
 розробного пристосування відсутні посадки на констру-
 йовані втулки

д) позитивні особливості в технологічному процесі
 використовується сучасне обладнання

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

не кресленні заготовки некоректно крес-

таблицей шорсткості, допусків на розміри,
технічні вимоги

є) відгук про проект (роботу) загалом дизайнер про-
ект не відповідає освітньому рівню
майстра

ж) інші зауваження некоректно безпосередньо
виробництва, не серйозною контролю-
ють процесування

з) оцінка проекту (роботи) дизайнер проект за-
довівся дизайнер "задовільно"

Рецензію склав

доц. Тихалевський Г.В.
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

Г.В.
(підпис)

«18» червня 2019 р.

[12:09:02] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №382 [3] (200045 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:09:06] Yandex Найдено 1% совпадений по адресу:
<http://www.ecospectrans.com.ua/img/file/2/Информация.pdf>

[12:09:16] Yandex Найдено 1% совпадений по адресу:
https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/35prychepa_ekonomika_ta_organizaciya_vyrobnictva/11.html

[12:09:36] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №392 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:09:45] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №387 [3] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:10:43] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №402 [3] (200037 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:10:48] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №407 [3] (200602 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:10:58] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №397 [3] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:11:18] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №412 [3] (200037 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:11:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №417 [3] (200026 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:11:46] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №427 [3] (200026 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:12:16] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №422 [3] (200041 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:12:36] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №432 [3] (200016 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:12:43] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №437 [3] (200020 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:13:34] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №442 [3] (200041 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:14:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №447 [3] (200103 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:16:35] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №452 [3] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:19:07] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №457 [3] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[12:19:07] Тип проверки: *Стандартная*

[12:19:07] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 22%)**

[12:19:07] **Уникальность текста 90%**® (Проигнорировано подстановок: 0%)

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

17.12.2019р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут
(повне найменування інституту, факультету)
Технології машинобудування
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Другий (магістерський)
(ступінь вищої освіти)

на тему Оптимізація базового технологічного процесу деталі «Пуансон» шляхом використання сучасного методичного обладнання

Виконав: студент(ка) V курсу, групи МТ-Н8м

Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технології машинобудування
Гнедаш Т.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Гермашев А.І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Пухальська Г.В.
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний
 кафедра Технології машинобудування
 Група вищої освіти (Майстерський) другий
 спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і найменування)
 освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Редько С. Г.
 « 17 » 12 20 19 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Гнедаша Юра Олеговича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Вдосконалення базового технологічного процесу деталі «Пуансон» шляхом використання сучасного горизонтального обладнання
 Керівник проекту (роботи) Германев А. Г.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Підтверджені наказом закладу вищої освіти від « 26 » 11 20 19 року № 416

Строк подання студентом проекту (роботи) 16.12.2019

Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі «Пуансон»; базовий технологічний процес виготовлення деталі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Обґрунтування проблеми вдосконалення; аналіз конструкції деталі; маршрутна технологія виготовлення; спеціальне по вдосконаленню тех. процесу; економічне обґрунтування; та інші питання праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення заготовки, деталі; креслення робочого приєднання; креслення контрольного калібру; графічне зображення сучасного обладнання.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконавця завдання
1. Технол. розроб.	Гермашев А.Г.	Гермашев	Гермашев
2. Констр. част.	Гермашев А.Г.	Гермашев	Гермашев
3. Автоматиз.	Гермашев А.Г.	Гермашев	Гермашев
4. Спецзавдання	Гермашев А.Г.	Гермашев	Гермашев
5. Економічн. част.	Гермашев А.Г.	Гермашев	Гермашев
6. Охорона праці	Минирко В.Г.	Минирко	Минирко
Нормоконтроль	Козлова О.Б.	Козлова	Козлова

7. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20 _____ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Пр
1.	Опис констр. та характеристик деталі	07.09.2019	
2.	Вибір заготовки та аналіз на технологічність	11.09.2019	
3.	Проектування плану бражки; МОН	10.10.2019	
4.	Конструктивна частина; Проектування робочого та контрольного пристрою	25.10.2019	
5.	Автоматизація та розрахунок деталей на міцність	07.11.2019	
6.	Економічна частина	12.11.2019	
7.	Спецзавдання	02.12.2019	
8.	Охорона праці	09.12.2019	
9.	Оформлення ПЗ	14.12.2019	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(підпис)

Гнедас

Гермашев

ПЗ: 10.
Об'єкт
Мета
виготовлен
Метод
В дипл
деталі «Пуа
норми часу
економічні

ДЕТАЛ
ПРИПУСК,
НОРМУВА

РЕФЕРАТ

ПЗ: 107 с., 14 рис., 16 табл., 11 джерел.

Об'єкт дослідження – «Пуансон».

Мета роботи – вдосконалення базового технологічного процесу виготовлення деталі.

Методи дослідження – розрахунково-аналітичний.

В магістерській роботі спроектовано технологічний процес виготовлення деталі «Пуансон», обрано обладнання, інструмент, розраховані режими різання, норми часу, спроектовано робоче та контрольне пристосування, виконані економічні розрахунки, передбачені заходи щодо безпечної роботи персоналу.

ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕСКІЗ, РОЗМІР, ПРИПУСК, ОПЕРАЦІЯ, ІНСТРУМЕНТ, ВЕРСТАТ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМУВАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ

ЗМІСТ

Реферат.....	
Вступ.....	
1. Технологічна частина.....	
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.....	
1.2 Матеріал деталі.....	
1.3 Тип виробництва.....	
1.4 Аналіз способу отримання заготовки.....	
1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	
1.6 Вибір технологічного оснащення.....	
1.7 Розрахунок режимів різання.....	
1.8 Розрахунок норм часу на всі операції.....	
1.9 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК.....	
2. Конструкторський розділ.....	
2.1 Проектування робочого пристосування.....	
2.2 Опис конструкції та принципу дії контрольного пристрою.....	
3. Проектна частина.....	
3.1 Автоматизація шліфувальної операції.....	
3.2 Визначення напружено-деформованого стану деталі.....	
4. Спецзавдання.....	
4.1 Вибір сучасного обладнання для виготовлення деталі «Пуансон»...	
4.2 Технологічні шляхи підвищення стійкості поверхні штампового інструмента.....	
5. Економічна частина.....	
5.1 Розрахунок собівартості річного випуску.....	
6. Охорона праці.....	
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	
6.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	
6.3 Заходи з пожежної безпеки.....	
6.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва в ринкову економіку перед ним постають безліч різних завдань і питань, які потребують негайного і правильного їх вирішення.

Зростаюча конкуренція серед виробників продукції вимагає в мінімальні терміни, максимальної якості з найменшою собівартістю обробки виробу.

Собівартість виробу в значній мірі залежить від використання прогресивних технологічних процесів на виробництво продукції, застосування відповідно прогресивного технологічного обладнання та скорочення тривалості виробничого циклу і виготовлення деталі.

Тривалість виробничого циклу виготовлення деталі в свою чергу можна скоротити, застосовуючи механізоване і автоматизоване обладнання та приладдя (як робочі, так і контрольні), зменшення ручної праці, використання автоматизованих методів збирання стружки і транспортування деталей використання передових методів управління виробництвом.

В значній мірі скорочується тривалість циклу конструкторської та технологічної підготовки виробництва, при використанні новітніх засобів автоматизованої підготовки виробництва.

Якість створюваного виробу створюється на етапах підготовки та виробництва продукції і реалізованої в процесі експлуатації. Важливою складовою забезпечення якості продукції є контроль, як в ході виконання технологічного процесу, так і остаточний контроль деталі. Для забезпечення великої відсотка контрольованих деталей і зменшення часу на контроль, необхідно застосовувати контрольні пристосування з автоматичним і напіваавтоматичним циклом роботи, при використанні різних режимів, а також систем переробних і аналізують отриману інформацію.

Як висновок можна написати, що в умовах ринкової економіки визначальне значення в положенні підприємства матиме застосування найбільш продуктивних, з найменшою собівартістю коштів праці, які забезпечують необхідну якість, виконання конструкторських і технологічних робіт зі складанням мережевий моделі роботи підприємства, застосування найбільш ефективних засобів і методів контролю якості продукції.

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.10 Опис конструкції та службового призначення деталі

Деталь «Пуансон» відноситься до класу 74 [1, с.7] та входить в штамп для формовки профілю хвилястих пружин та служить для формовки профілю хвилястих пружин.

Конструктивні елементи:

- 3 отв. Ø6 – для встановлення фіксаторів;
- внутрішній отвір Ø48,1Н8 – для входу матриці при формовці профіля;
- гофра Н=7,5Н8 – формуюча поверхня деталі;
- головка Ø80 – для перекривання розмірів формуючої деталі;
- 2 отв. М10-6Н – для кріплення «Пуансона» до верхньої плити штампа;
- 2 отв. Ø10Н7 – для кріплення до верхньої плити штампа штифтами та для центрування формуючих профілів пуансона і матриці.

При роботі деталь випробовує напруги на стиск на удар.

1.11 Матеріал деталі

1.2.1 Матеріал деталі – легована інструментальна сталь, Сталь 9ХС ГОСТ 5950-73. Хімічний склад, фізико-механічні та технологічні властивості Сталі 9ХС визначаються за [2] та надаються у таблицях 1–3.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад Сталі 9ХС ГОСТ 5950-73 [2, с. 390] у відсотках

С	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	S	P	Ni	W	Cu	Fe
До							не більше					
0,85-0,95	1,2-1,6	0,3-0,6	0,9-1,25	0,2	0,15-0,3	0,03	0,03	0,03	0,35	0,2	0,3	все останнє

де Si – підвищує прокалюємість, міцність, опір при окисленні та міцність при високих температурах;

Cr – надає корозійної стійкості, зменшує величину зерна та схильність до перегріву, підвищує міцність, прокалюємість;

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні властивості Сталі 9ХС ГОСТ 5950-73 [2, с. 391]

Твердість НВ	Границя міцності, σ_s , МПа	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %	Густина ρ , г/см ³	Теплостійкість, °C
221	590-690	32	50-60	7,83	240-250°

Таблиця 1.3 – Технологічні властивості Сталі 9ХС ГОСТ 5950-73 [2, с. 391]

Оброблюваність різнанням	Температура ковки	Шліфуємість	Схильність до відпускнуї крихкості	Температура відпуску	Температура гартування
$K_{vmb.cnl} = 0,9$; $K_{vuv.piz} = 0,5$	Початок 1180°, кінець 860°	Задовільна	Схильна	180-240°	870°

1.2.2 Твердість 54...58 HRC досягається гартуванням.

1.2.3 Точність розмірів, поле допуску, квалітет:

- 2 отв. $\varnothing 10^{+0,015} - H7$;
- $\varnothing 48,1^{+0,039} - H8$;
- $7,5^{+0,02} - H8$;
- $6,85^{+0,05} - H10$;
- $6,35^{+0,05} - H10$;
- $\varnothing 95 \pm 0,01 - Js6$

Останні розміри (8 шт.) – $H14; h14; \pm \frac{IT14}{2}$.

1.2.4 Відхилення форми та взаємного розташування поверхонь:

- відхилення від допуску паралельності торців не більше 0,02 мм.

1.2.5 Шорсткість обробки поверхонь в Ra, мкм:

- поверхня гофр – 0,4;
- верхній торець та 2 отв. $\varnothing 10 H7 - 0,8$;
- внутрішній отвір – 1,6;
- Останні поверхні (3 шт.) – 6,3.

Аналіз конструкції на технологічність виконується по якісним та кількісним показникам технологічності.

Якісні показники:

- оброблюваність різанням – задовільна, коефіцієнт оброблюваності – $K_{vuv.piz} = 0,5$; $K_{vmb.cpl} = 0,9$;
- вага і габарити деталі невеликі і не потребують застосування під'ємних механізмів;
- усі поверхні деталі доступні для інструмента;
- конструкція деталі дозволяє використання принципів постійності та суміщення баз під час механічної обробки.

Кількісна оцінка технологічності конструкції деталі здійснюється за допомогою наступних показників:

- коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів $K_{y.e}$, який розраховується за формулою:

$$K_{y.e} = \frac{Q_{y.e}}{Q_e} \geq 0,6, \quad (1.1)$$

де $Q_{y.e}$ – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість конструктивних елементів.

$$Q_{y.e} = 11; \quad Q_e = 12.$$

$$K_{y.e} = \frac{11}{12} = 0,91 > 0,6$$

$K_{y.e}$ - коефіцієнт точності обробки $K_{m.q.}$, який розраховується за формулою:

$$K_{m.q.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \geq 0,8, \quad (1.2)$$

де A_{cp} - середнє арифметичне значення квалітетів точності

$$A_{cp} = \frac{8 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 14 \cdot 8}{15} = 11,2$$

$$K_{m.ч} = 1 - \frac{1}{11,2} = 0,91 > 0,8$$

де A_{cp} - коефіцієнт шорсткості $K_{ш}$, який розраховується за формулою:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{сер}}, \quad (1.3)$$

де $B_{сер}$ - середнє значення шорсткості оброблених поверхонь, мкм

$$B_{сер} = \frac{0,4 \cdot 2 + 0,8 \cdot 3 + 1,6 \cdot 1 + 6,3 \cdot 6}{12} = 3,55$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{3,55} = 0,72$$

Умова технологічності $0,16 \leq K_{ш} \leq 0,32$ не виконується.

- коефіцієнт використання матеріалу $K_{в.м}$, розраховується за формулою:

$$K_{в.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} \geq 0,65, \quad (1.4)$$

де $m_{дет}$ – маса деталі, кг;

$m_{заг}$ – маса заготовки, кг.

Розрахунок коефіцієнту використання матеріалу надається у пункті 2.2 через відсутність маси заготовки.

- коефіцієнт жорсткості K_j , розраховується по формулі:

$$K_j = \frac{L}{D} \leq 5, \quad (1.5)$$

де L – довжина деталі, мм;

D – діаметр деталі, за який вона кріпиться, мм;

$L=50; D=120$.

$$K_j = \frac{50}{120} = 0,41 < 5$$

Таким чином, по більшості показників конструкція деталі технологічна.

Технологічний код деталі встановлюється по [1] і складається з 14 знаків:

БА7 1842114446В

де БА7 – код розмірної характеристики [1, с.21]

Б – код найбільшого зовнішнього діаметру, в межах 100...120 мм;

А – код довжини, в межах 45...56 мм;

7 – код діаметру центрального отвору, в межах 35...50 мм;

18 – код групи матеріалу – сталь інструментальна легована, [1, с.28];

4 – код виду деталі по технологічному методу виготовлення, обробка різанням [1, с. 32];

21 – код виду вихідної заготовки, ковка на пресі [1, с.54];

1 – код найменшого квалітету зовнішньої поверхні – h14, [1, с.56];

4 – код найменшого квалітету внутрішньої поверхні – H7, [1, с.56];

4 – код найменшої шорсткості зовнішньої поверхні, в межах 0,32...2,5мкм, [1, с. 56];

4 – код відхилення форми та взаємного розташування поверхонь – паралельність, [1, с.57];

6 – код виду додаткової обробки – термічна обробка 54...58 HRC, без покриття, [1, с.58];

В – код маси деталі, в межах 2,5...4 кг, [1, с.59].

1.3 Тип виробництва

Тип виробництва деталі «Пуансон» визначається по масі деталі та річній програмі випуску.

Для ваги деталі $m = 3,05$ кг та програми випуску $N = 100$ шт., тип виробництва – дрібносерійний [3, с. 21], уточнюється по коефіцієнту серійності після нормування операцій (п. 2.6).

Дрібносерійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою деталей, але не великою кількістю випуску деталей.

Обладнання, переважно, універсальне та верстати з ЧПК, розташовується по групам. Ріжучий інструмент – в основному уніфікований, для верстатів з ЧПК – штатний. Із пристроїв використовують, в основному, УЗП–12, УЗП–16, патрони 2-х, 3-х, 4-х кулачкові, лещата, магнітні плити та магнітні патрони. Для міжопераційних вимірювань застосовують стандартні вимірювальні інструменти, а для остаточного вимірювання – вимірювальну машину. Режими різання для простих деталей призначаються по нормативам різання, а для складних деталей розраховуються аналітичним методом. Нормування операцій виконується по нормативам часу для дрібносерійного виробництва. Використовується така документація, як: маршрутна карта (МК), карта технологічного процесу (КТП), операційна карта (ОК), карта ескізів (КЕ). Кваліфікація робочих висока. Собівартість деталей – велика.

Оптимальний розмір партії n , шт розраховується по формулі:

$$n = \frac{N}{F_{ef}} \cdot a \quad (1.6)$$

де F_{ef} – кількість робочих днів за рік;

N – програма випуску;

a – кількість днів запасу.

$$a=10; N=100; F_{ef}=250.$$

$$n = \frac{100}{250} \cdot 10 = 4$$

Усі вимоги до дрібносерійного виробництва враховані при розробці маршрутної технології виготовлення «Пуансона».

1.4 Аналіз способу та методу отримання заготовки

Заготовкою для заданої деталі може бути штамповка з підкладним штампом, круглий прокат; поковка з підкладними кільцями.

За базовим технологічним процесом заготовка – поковка, отримана вільним куванням ($m_{zag} = 7$ кг). $K_{в.м} = 0,43$ – низький, тому приймається заготовка – поковка на підкладному кільці з прошивкою отвору.

Загальні припуски на заготовку визначається табличним методом по [4].

Розміри заготовки розраховуються шляхом додавання або віднімання загальних припусків від розмірів готової деталі. Відхилення на розміри заготовки знаходяться в [4, с. 175]. Розміри заготовки надаються у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку розмірів заготовок

Розмір деталі, мм	Точність обробки, квалітет	Шорсткість обробки Ra, мкм	Припуск на розмір заготовки з відхиленням, мм	Розмір заготовки, мм
$\varnothing 120_{-0,87}$	h14	6,3	9 ± 2	$\varnothing 129 \pm 2$
$\varnothing 80_{-0,43}$	h14	6,3	7^{+3}_{-1}	$\varnothing 87^{+3}_{-1}$
$\varnothing 48,1^{+0,05}$	H8	1,6	15 ± 2	$\varnothing 33 \pm 2$
30	h14	6,3	7 ± 2	37 ± 2
$50_{-0,62}$	h14	0,4	7 ± 2	57 ± 2

Робочий ескіз заготовки надається на рисунку 1.1.

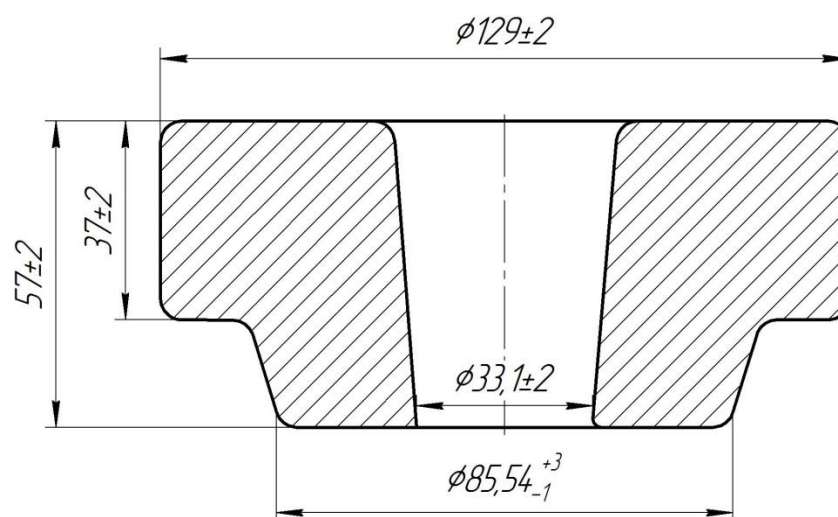


Рисунок 1.1 – Ескіз заготовки

Маса заготовки $m_{заг}$, кг, розраховується за формулою:

$$m_{заг} = \frac{\pi \cdot \rho}{4 \cdot 1000} \cdot \left((D_1^2 \cdot l + D_2^2 \cdot (L - l)) - d^2 \cdot L \right), \quad (1.7)$$

де D_1, D_2, d, L, l – розмірні характеристики заготовки, см;
 ρ – густина матеріалу, г/см³

$$D_1 = 12,9; D_2 = 8; d = 3,3; L = 5,7; l = 3,7; \rho = 7,85.$$

$$m_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 7,85}{4 \cdot 1000} \cdot ((12,9^2 \cdot 3,7 + 8^2 \cdot (5,7 - 3,7) - 3,3^2 \cdot 5,7)) = 4,2$$

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м}}$, розраховується за формулою:

$$K_{\text{в.м}} = \frac{3,05}{4,2} = 0,73$$

Отже, заготовка отримується так: прокат круглий некалібрований поступає з цеху, виконується рубка на штучні заготовки. Після чого заготовку нагрівають в газовій електропечі до $1080 \pm 20^\circ \text{C}$ та виконується вільне кування нагрітої заготовки у два етапи між бойками пресу гідравлічного з використанням підкладного кільця та універсального деформуючого інструменту. Після деформування заготовка поступає на термічну операцію для відпалу.

1.5 Розробка і обґрунтування технологічного процесу виготовлення заданої деталі

1.5.1 Вибір технологічних баз

Технологічні баз призначено згідно вимог до них: чорнова база – зовнішня поверхня $\varnothing 129 \text{ мм}$ має правильну геометричну форму, використовується лише один раз на операції 15 – токарна з ЧПК. При виготовленні деталі використовується принципи постійності і суміщення баз на операціях 15, 20, 25 що дозволяє забезпечити задану точність виготовлення деталі.

1.5.2 Призначення маршруту механічної обробки деталі

Базовий технологічний процес, що був розроблений для умов дрібносерійного виробництва, неповністю відповідає вимогам сучасного дрібносерійного виробництва, тому в дипломному проекті внесені зміни, що наводяться в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Зміни базового тех. процесу виготовлення «Пуансона»

За базовим технологічним процесом	Пропонується в дипломному проекті	Економічна доцільність
Заготовка – кованка, отримана вільним куванням	Заготовка – кованка на підкладному кільці з прошивкою отвору	Підвищення $K_{в.м}$, зниження собівартості заготовки
Токарна обробка деталі виконується на токарно-гвинторізному верстаті	Токарна обробка деталі виконується на токарному верстаті з ЧПК	Підвищення продуктивності праці та точності обробки
Обробка отворів і гофр відбувається на різному обладнанні	Обробка отворів і гофр виконується на одному верстаті за одну операцію	Зменшення кількості обладнання, часу на обробку, підвищення точності обробки

Маршрутна технологія виготовлення заданої деталі складена для умов дрібносерійного виробництва з урахуванням змін базового тех. процесу та наводиться в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Маршрутна технологія виготовлення «Пуансона»

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Пристрій	Технологічна база
05 Кувальна - кування заготовки	Прес гідравлічний	Кільце підкладне	-
10 Термічна - відпал	Електропіч	-	-
15 Токарна з ЧПК - підрізання торця, точіння Ø 80 з підрізанням торця головки за програмою; - перевстановлення; - підрізання торця, обточування Ø 120 по програмі; - розточування центрального отвору чорнове за програмою; - розточування центрального отвору напівчистове за програмою; - розточування центрального отвору чистове за програмою	Токарний верстат з ЧПК Spinner TC-300	Патрон 3-х кулачковий пневматични й ГОСТ 24351- 80	Чорнова – зовнішня поверхня, торець; Чистова – зовнішня поверхня, торець

Продовження таблиці 1.6

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Пристрій	Технологічна база
20 Плоско-шліфувальна - шліфування торця деталі; - перевстановка; - шліфування торця деталі	Плоско-шліфувальний верстат 3Б722 (інв. № 252785)	Плита магнітна ГОСТ 16528-87	Чистова – торці
25 Комплексна - свердлення 3отв. $\varnothing 6^{+0,3}$ за програмою; - свердлення 2 отв. $\varnothing 9,8^{+0,09}$ за програмою; - розгортання 2 отв. $\varnothing 9,97^{+0,035}$ чорнове за програмою; - розгортання чистове 2 отв. $\varnothing 10H7$ за програмою; - свердлення під різьбу 2 отворів $\varnothing 8,5^{+0,15}$ за програмою; - нарізання різьби М10-6Н в 2 отворах за програмою - перевстановлення; - фрезерування профілю гофр попередньо за програмою;	Оброблюючий центр VC 750	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24351-80	Чистова – верхній торець; Чистова – нижній торець

- фрезерування профілю гофр чистове за програмою			
---	--	--	--

Продовження таблиці 1.6

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Пристрій	Технологічна база
30 Термічна - гартування до 54...58 HRC	Електропіч		
35 Слюсарна - калібрування різьби М10-6Н в 2 отворах; - опилання гострих кромки; - доводка профілю гофр;	Верстак слюсарний	Лещата гвинтові ГОСТ 21167-75	Чорнова – зовнішня поверхня головки; Чистова – зовнішня поверхня і торець
40 Контрольна - контроль всіх розмірів згідно кресленню	Машина вимірювальна Ассига 7		

Коротка технічна характеристика верстатів, на яких оброблюється «Пуансон» наведена в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Коротка технічна характеристика верстатів

Номер операції, назва та модель верстата	Коротка технічна характеристика
15. Токарний верстат з ЧПК Spinner TC300-42	Максимальний діаметр оброблюваної деталі над станиною, мм – 300; Відстань між центрами, мм – 600; Переміщення по вісі X, мм – 180; Переміщення по вісі Z, мм – 600; Швидке переміщення по осі X, м/хв. – 15; Швидке переміщення по осі Z, м/хв. – 24; Система ЧПК – Siemens/Fanuc; Максимальна частота обертання шпинделя, об/хв. – 5000; Діаметр патрона, мм – 160; Кількість інструментальних позицій, шт – 12; Потужність двигуна головного руху, кВт – 12; Габарити верстат, мм: - довжина – 2000; - ширина – 1500; - висота – 1800; Маса верстата, кг – 4000.
20. Плоскошліфувальний верстат 3Б722	Робоча поверхня столу, мм – 1250 × 320; Найбільші розміри оброблюваної деталі, мм – 1250 × 320 × 460;

	Частота обертання круга, об/хв. – 1460; Повздовжнє переміщення столу, мм – 300...1250; Швидкість повздовжнього переміщення столу, м/хв – 3...45; Поперечне переміщення шліфувальної бабки, мм – 410;
--	--

Продовження таблиці 1.7

Номер операції, назва та модель верстата	Коротка технічна характеристика
	Швидкість поперечного переміщення шліф. бабки, м/хв. – 0,5...3; Поперечна подача шліф. бабки, мм/хід – 2...48; Вертикальна подача круга, S_t, мм/под.хід: 0,004; 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04; 0,045; 0,05; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,075; 0,08; 0,085; 0,09; 0,095; 0,1; Вертикальне переміщення шліф. бабки, мм – 415; Потужність двигуна $N_o=11,5$ кВт; Габарити верстата, мм: - довжина – 4060; - ширина – 2215; - висота – 2510; Маса верстата, кг – 8200.
25. Оброблюючий центр VC 750	Переміщення по вісі X, мм – 760; Переміщення по вісі Y, мм – 466; Переміщення по вісі Z, мм – 460; Розміри столу, мм – 900×550; Максимальна вага деталі, кг – 350; Швидкість швидких переміщень м/хв. – 36;

	Швидкість обертання шпинделя об/хв. – 12000; Потужність шпинделя кВт – 11; Кількість інструментів в магазині – 24; Максимальна вага інструмента, кг – 8; Максимальна довжина інструмента – 300;
--	--

Продовження таблиці 1.7

Номер операції, назва та модель верстата	Коротка технічна характеристика
	Максимально допустимий діаметр інструмента при умові, що позиції вільні/діаметр інструмента при умові повній загрузки магазину, мм – 130/75; Габарити верстата, мм: - довжина – 2573; - ширина – 1889; - висота – 2805; Вага верстата, кг – 3300.

1.5.3 Визначення операційних припусків, розрахунок міжопераційних розмірів

Припуски призначаються табличним методом по [4] згідно методів обробки, точності та шорсткості. Операційні розміри знаходяться шляхом додавання і віднімання операційних припусків до поверхонь деталі.

Відхилення на операційні розміри по ГОСТу 24853-81 залежно від квалітетів точності.

Розрахунок операційних розмірів надається в табл. 1.8.

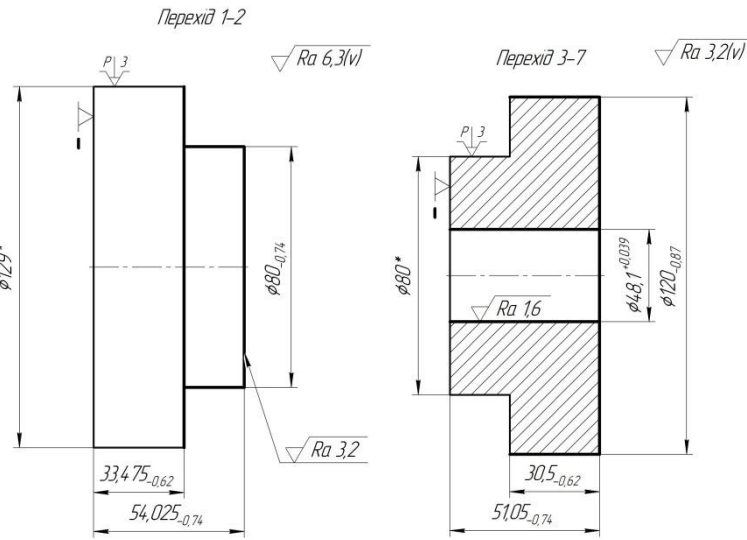
Таблиця 1.8 – Розрахунок операційних розмірів на виготовлення
«Пуансона»

Поверхні і методи обробки	Точність розмірів	Шорсткість поверхні в Ra, мкм	$Z_{\text{м}}$, мм	Операційні розміри з відхиленнями, мм
$\varnothing 10^{+0,015}$ Розгортання чистове Розгортання чорнове Свердлення Заготовка – кованка	H7 H9 H11	0,8 1,6 3,2	$0,015 \cdot 2$ $0,085 \cdot 2$ $4,9 \cdot 2$	$\varnothing 10^{+0,015}$ $\varnothing 9,97^{+0,035}$ $\varnothing 9,8^{+0,09}$ 0
$\varnothing 48,1^{+0,039}$ Розточування чистове Розточування н/чистове Розточування чорнове Заготовка – кованка	H8 H9 H11	1,6 3,2 6,3 Rz 200	$0,55 \cdot 2$ $0,75 \cdot 2$ $6,25 \cdot 2$	$\varnothing 48,1^{+0,039}$ $\varnothing 47^{+0,062}$ $\varnothing 45,5^{+0,16}$ $\varnothing 33 \pm 2$
$50_{-0,62}$ Доводка Шліфування Шліфування Підрізання торця Підрізання торця Заготовка – кованка	h14 h14 h14 h14 h14	0,8;0,4 0,8 0,8 3,2 3,2 Rz 200	0,05 0,5 0,5 2,975 2,975	$50_{-0,74}$ $50,05_{-0,74}$ $50,55_{-0,74}$ $51,05_{-0,74}$ $54,025_{-0,74}$ 57 ± 2
M10-6H Калібрування Нарізання Свердлення під різьбу Заготовка – кованка	6H 6H H12	3,2 3,2 3,2	 $4,25 \cdot 2$	M10-6H M10-6H $\varnothing 8,5^{+0,15}$ 0

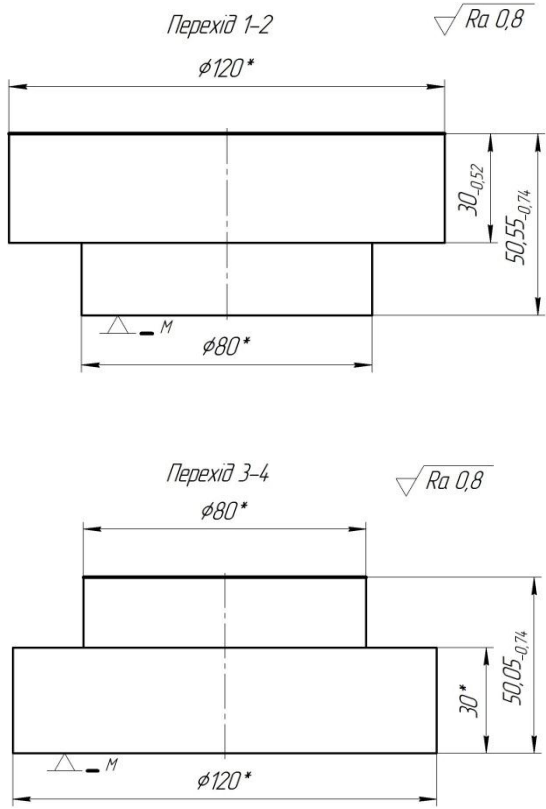
1.5.4 Розподіл операцій на технологічні переходи, розробка операційних ескізів

Операційна технологія виготовлення «Пуансона» надається в табл. 1.9.

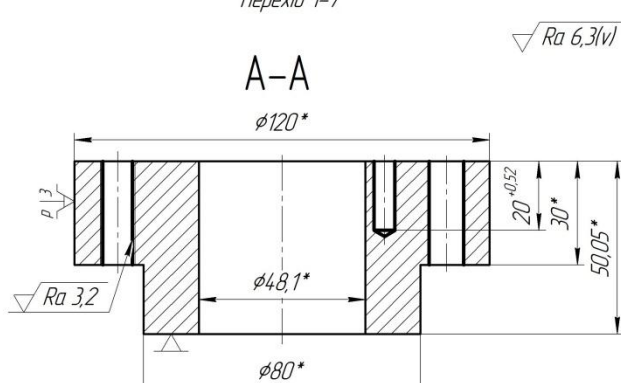
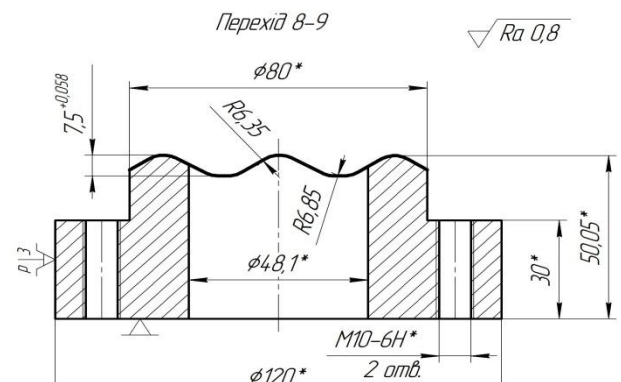
Таблиця 1.9 – Операційна технологія виготовлення «Пуансона»

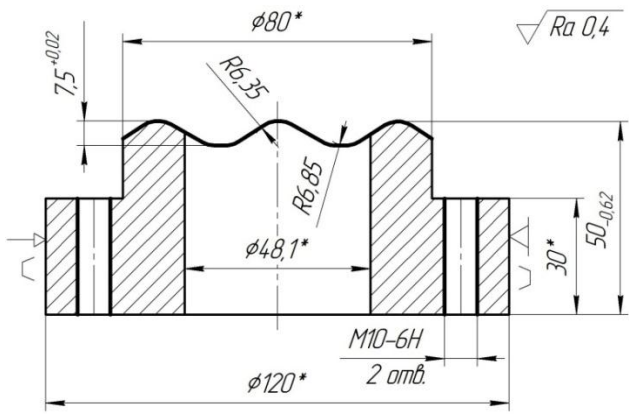
Номер, назва операції та зміст по переходам	Операційний ескіз
15 Токарна з ЧПК 1. Встановити та зняти, закріпити 2. Підрізати торець в розмір $54,025_{-0,74}$; точити $\varnothing 80_{-0,74}$ з підрізанням торця головки за програмою 3. Перевстановити 4. Підрізати торець в розмір $51,05_{-0,74}$; обточити $\varnothing 120_{-0,84}$ за програмою 5. Розточити отвір $\varnothing 45,5^{+0,16}$ за програмою 6. Розточити отвір $\varnothing 47^{+0,062}$ за програмою 7. Розточити отвір $\varnothing 48,1^{+0,039}$ за програмою	 * – розміри для довідок

Продовження таблиці 1.9

Номер, назва операції та зміст по переходам	Операційний ескіз
Плоскошліфувальна 1. Встановити та зняти, закріпити 2. Шліфувати торець головки в розмір $50,55_{-0,74}$ 3. Перевстановити 4. Шліфувати торець хвостовика в розмір $50,05_{-0,74}$	 * – розміри для довідок

Продовження таблиці 1.9

Номер, назва операції та зміст по переходам	Операційний ескіз
25 Комплексна з ЧПК 1. Встановити та зняти, закріпити 2. Свердлити 3 отв. $\varnothing 6^{+0,3}$ на глибину $20^{+0,52}$ мм за програмою 3. Свердлити 2 отв. $\varnothing 9,8^{+0,09}$ на прохід за програмою; 4. Розгорнути 2 отв. $\varnothing 9,97^{+0,036}$ за програмою; 5. Розгорнути 2 отв. $\varnothing 10H7$ за програмою; 6. Свердлити 2 отвори $\varnothing 8,5^{+0,15}$ за програмою; 7. Нарізати різьбу M10-6H в 2 отворах за програмою 8. Перевстановити; 9. Фрезерувати профіль гофр попередньо; фрезерувати профіль гофр витримуючи розмір $7,5^{+0,02}$ за програмою	Перехід 1-7  А-А Перехід 8-9  * - розміри для довідок

Номер, назва операції та зміст по переходам	Операційний ескіз
35 Слюсарна 1. Встановити та зняти, закріпити 2. Калібрувати різьбу M10-6H в 2 отворах 3.Опилити гострі кромки 4. Довести профіль гофр	 *-розміри для довідок

1.6 Вибір технологічного оснащення

Технологічне оснащення на виготовлення деталі «Пуансон» надається в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 – Технологічне оснащення

Номер, назва операції	Перехід	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Засоби вимірювання та контролю
15 Токарна з ЧПК	2,4	Різець контурний, державка PCLNR/L 2020K09 b=20, h=20, f=25, L=125, l=27 пластина CNMG 090304-PM, GC 4025	Револьверна головка 12-ти позиційна; Блок різцевий при верстаті	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89
	5,6,7	Оправка розточна С3- PCLNR/L 13075-09 $D_{\min} = 25$, $D_1 = 20$, $D_2 = 32$, f=25, L=75, l=59 пластина CNMG 090304-PM, GC 4025	Блок різцевий при верстаті;	Калібр-пробка 48,1(ПР,НЕ) ГОСТ 14810-69
20 Плоскошліфувальна	2,4	Круг шліфувальний 1 350×160×127 15 F36 K2 35, $V_{кр} = 35 м/с$ ГОСТ 2424-83	Пристрій для правки круга	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89

Продовження таблиці 1.10

Номер, назва операції	Перехід	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Засоби вимірювання та контролю
25 Комплексна з ЧПК	2	Свердло CoroDrill 460 $\varnothing 6$, L=82, $l = 44$, $l_{ріж} = 35$, $2\varphi = 140^\circ$ DIN 6537L	Патрон цанговий SK30 DIN 2080	Калібр-пробка 6H14 (ПР,НЕ) ГОСТ 14810-69
	3	Свердло CoroDrill 460 $\varnothing 9,8$ L=103, l =61, $l_{ріж} = 49$, 2φ =140° DIN 6537K		Калібр-пробка 10H7 (ПР,НЕ) ГОСТ 14810-69
	4	Розгортка Coro Reamer 435 $\varnothing 9,97$ L=118,5 l =80, $l_{ріж} = 20$ DIN 6528R	Патрон плаваючий VDI DIN 69880-1	
	5	Розгортка Coro Reamer 435 $\varnothing 10$ L=118,5 l =80, $l_{ріж} = 20$ DIN 6528R		

Продовження таблиці 1.10

Номер, назва операції	Перехід	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Засоби вимірювання та контролю
	6	Свердло CoroDrill 460 $\varnothing 8,5$ L=103, $l=61$, $l_{ріж}=49$, $2\varphi=140^\circ$ DIN 6537L	Патрон цанговий SK30 DIN 2080	Калібр пробка різьбова M10 $\times 1,5$ ПР 6Н ГОСТ 17758-82
	7	Мітчик $\varnothing 10$, L=100, $l=20,1$, стружечних канавок – 4 DIN 371	Патрон реверсивний МК1 DIN 228	
	9,10	Фреза $\varnothing 8$, R=4, Z=4, L=70, $l=20$, d=6, H10F, $\gamma = -3^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\omega = 30^\circ$ спеціальна	Патрон цанговий SK30 DIN 2080	Вимірювальна машина Accura 7
35 Слюсарна	2	Мітчик короткий з прохідним хвостовиком M10 $\times$ 1,5–H2, №3 Z=3, L=80, $l=24$, $l_1=4,5$, $d_1=8$, P6M5, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 4^\circ$, $\varphi = 12^\circ$ ГОСТ 3266-81	Вороток	Калібр пробка різьбова M10 $\times 1,5$ ПР 6Н ГОСТ 17758-82
	4	Паста алмазна АС 4 50/40 БП2 50		

1.7 Розрахунок режимів різання

На операцію 20 (Плоскошліфувальна) режими різання розраховуються аналітичним методом в такій послідовності:

Ріжучий інструмент – Круг шліфувальний 1 350×160×127, 15 F36 K2 35 ГОСТ 2424-83

Перехід 2 – шліфувати торець головки в розмір 50,55_{-0,74} мм.

Перевірка на розривну швидкість круга виконується за формулою:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60} \leq V_{розривн.} \quad (1.8)$$

де $D_{кр}$ – діаметр шліфувального круга, мм;

$n_{кр}$ – частота обертання шліфувального круга, об/хв.;

$V_{розривн.}$ – розривна швидкість круга, м/с.

$$D_{кр} = 350; n_{кр} = 1460; V_{розривн.} = 35.$$

$$V_{кр} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 1460}{1000 \cdot 60} = 27,64$$

$$27,64 < 35 \text{ – умова виконується}$$

Вертикальна подача S_t , мм/хід визначається по [7, с.48, таб. 20]:

$S_t = 0,02$ – для інструментальної сталі, плоске шліфування периферією круга.

Дійсна вертикальна подача $S_{t,д}$, мм/хід корегується по паспорту верстата

$$S_{t,д} = 0,02$$

Глибина різання t , мм

$$t = S_{t,д} \quad (1.9)$$

$$t = 0,02$$

Швидкість деталі $V_{дет}$, м/хв. розраховується за формулою:

$$V_{дет} = \frac{C_v \cdot b^p}{T^m \cdot t^x \cdot S_{non.}^y} \quad (1.10)$$

де коефіцієнт C_v та показники степені x , y , p , m визначаються по [7, таб. 13]

T – стійкість круга, хв. [7, таб. 12];

b – ширина шліфування, мм;

$T=15$; $b=120$; $C_v=2,5$; $x=0,75$; $y=1$; $m=0,7$; $p=0$.

$$V_{дет} = \frac{2,5 \cdot 120^0}{15^{0,7} \cdot 0,02^{0,75}} = 7,09$$

Повздовжня подача столу $S_{позд}$, м/хв.

$$S_{позд} = V_{дет} \quad (1.11)$$

$$S_{позд} = 7,09$$

Дійсна повздовжня подача $S_{позд.д}$ корегується по паспорту верстата

$$S_{позд.д} = 10$$

Потужність різання $N_{різ}$, кВт розраховується за формулою :

$$N_{різ} = C_N \cdot V_{д}^x \cdot S_{позд.д}^y \cdot b^q \cdot t^z \quad (1.12)$$

де $C_N = 0,52$; $x=1$; $y=0,8$; $q=0$; $z=0,8$.

$$N_{різ} = 0,52 \cdot 10^1 \cdot 10^{0,8} \cdot 120^0 \cdot 0,02^{0,8} = 1,4$$

Перевірка на достатність потужності електродвигуна верстата виконується за формулою

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta \quad (1.13)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна головного руху, кВт;
 η – коефіцієнт корисної дії двигуна.

$$N_{\text{дв}} = 10; \eta = 0,85.$$

$$1,4 \leq 10 \cdot 0,85$$

$$1,4 < 8,5$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot H \cdot h}{S_{\text{позд}} \cdot t \cdot q \cdot K} \quad (1.14)$$

де L – довжина продольного ходу стола, мм розраховується за формулою

$$L = l \cdot q + 20 \quad (1.15)$$

де l – довжина обробки, мм;

q – кількість одночасно оброблюваних деталей.

$$l = 120; q = 4.$$

$$L = 120 \cdot 4 + 20 = 500$$

H – довжина ходу круга у напрямку поперечною подачі, мм. Так, як ширина круга більша ніж ширина обробки, в розрахунку не враховується.

$S_{\text{позд.д}}$ – дійсна повздовжня подача, мм/хв

h – припуск на бік, мм;

K – коефіцієнт точності [7, таб. 15].

$$L = 120; h = 0,5; K = 1; S_{\text{позд.д}} = 10000; t = 0,02; q = 4.$$

$$T_o = \frac{500 \cdot 0,5}{10000 \cdot 0,02 \cdot 4 \cdot 1} = 0,3125$$

Аналогічно виконується розрахунок режимів різання на перехід 4 – шліфування торця хвостовика в розмір $50,05_{-0,74}$ мм.

Сумарний час на операцію, хв., розраховується як сума часів на виконання 2 та 4 переходів:

$$\sum T_o = 0,625$$

На операцію 15 (Токарна з ЧПК) режими признаються табличним методом по [5] в такій послідовності:

Перехід 2 – підрізати торець в розмір $54,025_{-0,74}$ мм; точити $\varnothing 80_{-0,74}$ з підрізанням торця головки за програмою.

Ріжучий інструмент – Різець контурний, державка PCLNR/L 2020K09 b=20, h=20, f=25, L=125, l=27, пластина CNMG 090304-PM, GC 4025.

Глибина різання t , мм; подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. признається по [5, с.295]

$$t = 3,5$$

$$S_o = 0,3$$

$$V_i = 330$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot D} \quad (1.16)$$

де D – діаметр деталі до обробки, мм.

$$D=87; V_i = 330.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 330}{3,14 \cdot 87} = 1207,99$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_δ , об/хв. призначається по паспорту верстата:

$$n_\delta = 1200$$

Дійсна швидкість різання V_δ , м/хв. розраховується за формулою:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\delta}{1000} \quad (1.17)$$

$$V_\delta = \frac{3,14 \cdot 87 \cdot 1200}{1000} = 327,82$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою:

$$S_{xв} = S_o \cdot n_\delta \quad (1.18)$$

$$S_{xв} = 0,3 \cdot 1200 = 360$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{xв.д}} \cdot i \quad (1.19)$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою:

$$L_{p.x.} = l + (y + \Delta) \quad (1.20)$$

де l – довжина обробки, мм;

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість проходів

$$l = 43,5 + 20 + 21 = 84,5$$

$$(y + \Delta) = 5; l = 84,5; S_{xв} = 360; i = 1.$$

$$T_o = \frac{84,5 + 5}{360} = 0,249$$

Перехід 4 – Підрізати торець в розмір $51,05_{-0,74}$; обточити $\varnothing 120_{-0,84}$ за програмою

Глибина різання t , мм; подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [5, с.295]

$$t = 4,5$$

$$S_o = 0,25$$

$$V_i = 330$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

де D – діаметр деталі до обробки, мм.

$$D=129; V_i = 330.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 330}{3,14 \cdot 129} = 814,69$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата

$$n_o = 800$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 129 \cdot 800}{1000} = 324,04$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,25 \cdot 800 = 200$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина обробки, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість проходів

$$l = 64,5 + 30 = 94,5$$

$$(y + \Delta) = 5; l = 94,5; S_{xe} = 200; i = 1.$$

$$T_o = \frac{94,5 + 5}{200} = 0,497$$

Перехід 5 – Розточити отвір $\varnothing 45,5^{+0.16}$ за програмою.

Інструмент – Різець розточний, оправка розточна СЗ-РCLNR/L 13075-09

$D_{\min} = 25$, $D_1 = 20$, $D_2 = 32$, $f = 25$, $L = 75$, $l = 59$, пластина CNMG 090304-PM, GC 4025.

Глибина різання t , мм; подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [5, с.295]

$$t = 3,125$$

$$S_o = 0,35$$

$$V_i = 330$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

де D – діаметр деталі після обробки, мм.

$$D = 45,5; V_i = 330.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 330}{3,14 \cdot 45,5} = 2309,79$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата:

$$n_o = 2000$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 45,5 \cdot 2000}{1000} = 285,74$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,35 \cdot 2000 = 700$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (19)

де $L_{p.х.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість проходів.

$$(y + \Delta) = 5; l = 51,5; S_{xв} = 700; i = 2.$$

$$T_o = \frac{51,05 + 5}{700} \cdot 2 = 0,16$$

Перехід 6 – Розточити отвір $\varnothing 47^{+0.062}$ за програмою.

Глибина різання t , мм; подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [5, с.295].

$$t = 0,75$$

$$S_o = 0,25$$

$$V_i = 330$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

де D – діаметр деталі після обробки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 330}{3,14 \cdot 47} = 2236,07$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_δ , об/хв. призначається по паспорту верстата.

$$n_\delta = 2200$$

Дійсна швидкість різання V_δ , м/хв. розраховується за формулою (1.17):

$$V_\delta = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 2200}{1000} = 324,67$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18):

$$S_{xв} = 0,25 \cdot 2200 = 550$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість проходів.

$$(y + \Delta) = 5; l = 51,5; S_{xв} = 700; i = 1.$$

$$T_o = \frac{51,05 + 5}{550} = 0,1$$

Перехід 7 – Розточити отвір $\varnothing 48,1^{+0.039}$ за програмою.

Глибина різання t , мм; подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [5, с.295]

$$t = 0,55$$

$$S_o = 0,15$$

$$V_i = 330$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

де D – діаметр деталі після обробки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 330}{3,14 \cdot 48,1} = 2184,93$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_δ , об/хв. признається по паспорту верстата

$$n_\delta = 2300$$

Дійсна швидкість різання V_δ , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_\delta = \frac{3,14 \cdot 48,1 \cdot 2300}{1000} = 347,37$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,15 \cdot 2300 = 345$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість проходів.

$$(y + \Delta) = 5; l = 51,5; S_{xв} = 700; i = 1 .$$

$$T_o = \frac{51,05 + 5}{345} = 0,16$$

$$\sum T_o = 0,249 + 0,497 + 0,16 + 0,1 + 0,16 = 1,166$$

На операцію 25 – Комплексна з ЧПК – режими признаються табличним методом по [6].

Перехід 2 – Свердлити 3 отв. $\varnothing 6^{+0,3}$ на глибину 20 мм за програмою
Глибина різання t , мм

$$t = \frac{D}{2} \quad (1.21)$$

$$t = \frac{6}{2} = 3$$

Подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6, с.]

$$S_o = 0,12$$

$$V_i = 76$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

$$D=6; V_i = 76.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 76}{3,14 \cdot 6} = 4033,97$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата

$$n_o = 3500$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 3500}{1000} = 65,94$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,12 \cdot 3500 = 420$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів.

$$(y + \Delta) = 4; l = 20; S_{\text{хв}} = 420; i = 3.$$

$$T_o = \frac{20 + 4}{420} \cdot 3 = 0,18$$

Перехід 3 – Свердлити 2 отв. $\varnothing 9,8^{+0,09}$ на прохід за програмою
Глибина різання t , мм розраховується за формулою (1.21)

$$t = \frac{9,8}{2} = 4,9$$

Подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6]

$$S_o = 0,2$$

$$V_i = 95$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (16)
 $D = 9,8; V_i = 95.$

$$n = \frac{1000 \cdot 95}{3,14 \cdot 9,8} = 3087,22$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_δ , об/хв. призначається по
паспорту верстата

$$n_\delta = 3000$$

Дійсна швидкість різання V_δ , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_\delta = \frac{3,14 \cdot 9,8 \cdot 3000}{1000} = 92,3$$

Хвилинна подача $S_{\text{хв}}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{\text{хв}} = 0,2 \cdot 3000 = 600$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{\text{р.х.}}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів.

$$(y + \Delta) = 5; l = 30; S_{\text{хв}} = 600; i = 2.$$

$$T_o = \frac{30 + 5}{600} \cdot 2 = 0,12$$

Перехід 4 – Розгорнути 2 отв. $\varnothing 9,97^{+0,036}$ за програмою

Глибина різання t , мм

$$t = \frac{9,97 - 9,8}{2} = 0,085$$

Подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6]

$$S_o = 0,3$$

$$V_i = 25$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16).

$$D = 9,97; V_i = 25.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 9,97} = 798,57$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата

$$n_o = 750$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 9,97 \cdot 750}{1000} = 23,47$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,3 \cdot 750 = 225$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів.

$$(y + \Delta) = 9; l = 30; S_{xв} = 225; i = 2.$$

$$T_o = \frac{30 + 9}{225} \cdot 2 = 0,35$$

Перехід 5 – Розгорнути 2 отв. $\varnothing 10H7$ за програмою Розгорнути 2 отв. $\varnothing 10H7$ за програмою

Глибина різання t , мм

$$t = \frac{10 - 9,97}{2} = 0,015$$

Подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6]

$$S_o = 0,32$$

$$V_i = 20$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

$$D=10; V_i = 20.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 10} = 636,94$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата.

$$n_o = 650$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17).

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 650}{1000} = 20,41$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18).

$$S_{xв} = 0,32 \cdot 650 = 208$$

Дійсна хвилинна подача приймається по паспорту верстата.

$$S_{xв} = 210.$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів.

$$(y + \Delta)=9; l=30; S_{xв}=210; i=2.$$

$$T_o = \frac{30+9}{210} \cdot 2 = 0,37$$

Перехід 6 – свердлення Свердлики під різьбу 2 отвори $\varnothing 8,5^{+0,15}$ за програмою

Глибина різання t , мм розраховується за формулою (1.21)

$$t = \frac{8,5}{2} = 4,25$$

Подача S_o , мм/об; швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6, с.]

$$S_o = 0,125$$

$$V_i = 80$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (1.16)

$$D=9,97; V_i = 25.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 8,5} = 2997,37$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата

$$n_o = 3000$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 3000}{1000} = 80,07$$

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xв} = 0,125 \cdot 3000 = 375$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів;

$(y + \Delta) = 5$; $l = 30$; $S_{xg} = 375$; $i = 2$.

$$T_o = \frac{30 + 5}{375} \cdot 2 = 0,186$$

Перехід 7 – Нарізати різьбу в 2 отв. М10-6Н за програмою

Глибина різання t , мм

$$t = \frac{10 - 8,5}{2} = 0,75$$

Подача S_o , мм/об, дорівнює кроку різьби

$$S_o = P$$

$$S_o = 1,5$$

Швидкість різання V_i , м/хв. призначається по [6, с167]

$$V_i = 27$$

Частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховується за формулою (16)

$D = 10$; $V_i = 27$.

$$n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 10} = 859,6$$

Дійсна частота обертання шпинделя n_o , об/хв. призначається по паспорту верстата:

$$n_o = 500$$

Дійсна швидкість різання V_o , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 500}{1000} = 15,7$$

Хвилинна подача S_{xg} , мм/хв. розраховується за формулою (1.18)

$$S_{xg} = 1,5 \cdot 500 = 750$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою:

$$T_o = \left(\frac{l + (y + \Delta)}{n \cdot P} + \frac{l + y}{n_{36.x} \cdot P} \right) \cdot i \quad (1.22)$$

де l – довжина отвору, мм

$(y + \Delta) = 8 \cdot P$ – величина врізання та перебігу [8, с.162]

i – кількість отворів;

$n_{36.x}$ – частота обертання зворотнього ходу, розраховується за формулою

$$n_{36.x} = 1,25 \cdot n$$

$$n_{36.x} = 1,25 \cdot 500 = 625$$

$$(y + \Delta) = 12; l = 30; S_{xg} = 210; i = 2.$$

$$T_o = \left(\frac{30 + 12}{500 \cdot 1,5} + \frac{30 + 6}{625 \cdot 1,5} \right) \cdot 2 = 0,2$$

Перехід 9,10 – фрезерування профілю гофр за програмою.

Глибина різання t , мм

$$t = 7,5$$

Подача на зуб S_z , мм/зуб призначається по [8].

$S_z = 0,03$ [7, с. 264] – для діаметра фрези 8 мм, кількість зубів фрези – 4

Хвилинна подача $S_{xв}$, мм/хв; швидкість різання V_i , м/хв.; частота обертання шпинделя n , об/хв. розраховуються за формулами:

$$V_i = V_{таб} \cdot K_v \quad (1.22)$$

$$n = n_{таб} \cdot K_n \quad (1.23)$$

$$S_{xв} = S_{xв.таб} \cdot K_s \quad (1.24)$$

Табличні значення хвилинної подачі $S_{xв.таб}$, мм/хв; швидкості різання $V_{таб}$, м/хв.; частоти обертання шпинделя $n_{таб}$, об/хв. призначаються по [8, с. 265]

для $S_z = 0,03$; діаметра фрези 8 мм; кількість зубів фрези – 4

$$V_{таб} = 98$$

$$n_{таб} = 2610$$

$$S_{xв.таб} = 405$$

Поправочні коефіцієнти K_v , K_n , K_s призначаються по [8, с. 265] для сталі НВ 221; ширини фрезерування 8 мм.

$$K_v = K_n = K_s = 1,13$$

отже

$$V_i = 98 \cdot 1,13 = 110,74$$

$$n = 2610 \cdot 1,13 = 2949,3$$

$$S_{xв} = 405 \cdot 1,13 = 457,65$$

Дійсна частота обертання шпинделя призначається по паспорту верстата

$$n_{\delta} = 2900$$

Дійсна швидкість різання V_{δ} , м/хв. розраховується за формулою (1.17)

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 2900}{1000} = 72,8$$

Дійсна хвилинна подача $S_{xв.д}$, мм/хв. розраховується за формулою:

$$S_{xв} = S_z \cdot Z \cdot n_{\partial} \quad (1.25)$$

де S_z – подача на зуб фрези, мм/зуб;

Z – кількість зубів фрези;

n_{∂} – дійсна частота обертання шпинделя, об/хв.;

$$S_z = 0,03; Z = 4; n_{\partial} = 2900$$

$$S_{xв.д} = 0,03 \cdot 4 \cdot 2900 = 348$$

Основний технологічний час T_o , хв. розраховується за формулою (1.19)

де $L_{р.х.}$ – довжина робочого ходу, мм розраховується за формулою (1.20)

де l – довжина обробки, мм;

y – величина врізання, розраховується по формулі:

$$y = t \cdot ctg\varphi \quad (1.26)$$

де $\varphi = 40^\circ$;

$$ctg\varphi = 1,19$$

$\Delta = 1 \dots 5$ – величина перебігу;

$$\sum (y + \Delta) = (7,5 \cdot 1,19 + 5) \cdot 12 = 167,1$$

де 12 – кількість врізань;

$$l = 2524,1; \sum (y + \Delta) = 167,1; S_{xв.д} = 348; i = 2.$$

$$T_o = \left[\frac{2524,1 + 167,1}{348} \right] \cdot 2 = 15,46$$

$$\sum T_o = 0,18 + 0,186 + 0,12 + 0,35 + 0,37 + 15,46 + 0,2 = 16,87$$

Таблиця 1.11 – Зведена таблиця режимів різання

Операція	Назва операції	Перехід	$t, \text{мм}$	i	$S_{xв.о}, \text{мм/хв}$	$n_o, \text{об/хв}$	$V_o, \text{м/хв}$	$l, \text{мм}$	$y + \Delta$	$L_{p.x}, \text{мм}$	$T_o, \text{хв}$
15	Токарна з ЧПК	2	3,5	1	360	1200	327,8	84,5	5	89,5	0,249
		4	4,5	1	200	800	324,1	94,5	5	99,5	0,497
		5	3,125	2	700	2000	285,7	51,05	5	56,05	0,16
		6	0,75	1	550	2200	324,7	51,05	5	56,05	0,1
		7	0,55	1	345	2300	347,3	51,05	5	56,05	0,16
20	Плоско-шліфувальна	2,4	0,02				10	120	20	140	0,315
25	Комплексна з ЧПК	2	3	3	420	3500	65,94	20	4	24	0,18
		3	4,9	2	600	3000	92,3	30	5	35	0,12
		4	0,085	2	225	750	23,47	30	9	39	0,35
		5	0,015	2	210	650	20,41	30	9	39	0,37
		6	4,25	2	375	3000	80,07	30	5	35	0,186
		7	0,75	2	1,5 мм/об	500/625	15,7	30	12	42	0,2
		9, 10	7,5	2	348	2900	72,8	2524,1	167,1	2691,2	15,46

1.8 Розрахунок норм часу на всі операції техпроцесу, оформлення зведеної таблиці норм часу

Операція 20 – Плоскошліфувальна. Нормування виконується табличним методом по [9].

Штучний час T_{um} , хв. розраховується за формулою:

$$T_{um} = T_{on} + T_{ood} \quad (1.27)$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв розраховується за формулою:

$$T_{оп} = \sum T_o + T_{доп} \quad (1.28)$$

де $T_{доп}$ – допоміжний час, хв. розраховується за формулою:

$$T_{доп} = T_{вст.зн.закр.} + T_{перех} + T_{контр} \quad (1.29)$$

де $T_{вст.зн.закр.}$ – час на встановлення, закріплення та зняття деталі з пристрою, хв. призначається по [9, с.25] – на магнітній плиті; вага деталі до 5 кг;

$$T_{вст.зн.закр.} = 0,35$$

$T_{перех}$ – час зв'язаний з виконанням переходу, хв. призначається по [9, с.135] – для плоского шліфування; обробка з періодичними вимірюваннями

$$T_{перех} = 0,45 + 0,28 = 0,73$$

$T_{контр}$ – час на контроль деталі, хв. розраховується за формулою:

$$T_{контр} = \sum T_{вим} \cdot \text{періодичність} \quad (1.30)$$

де $\sum T_{вим}$ – сумарний час на вимірювання деталі, хв.

$\sum T_{вим} = 0,08$ [9, с.186] – для контролю калібр-скобою, 4-5 клас точності, розмір до 100 мм.

Періодичність вимірювань, призначається по [9, с.200]:

Періодичність = 0,9 – для точності вимірювань – 4-5 клас, розміри до 100 мм, робота по лімбу.

$$T_{контр} = 0,08 \cdot 0,9 = 0,072$$

$T_{\text{контр}} < \sum T_o$ – отже час контролю перекривається і надалі в розрахунках не враховується

$$T_{\text{дон}} = 0,6 + 0,45 = 1,05$$

$$T_{\text{он}} = 1,05 + 0,625 = 1,675$$

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв. розраховується за формулою:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{орг.тех.обс.}} + T_{\text{отл}} \quad (1.31)$$

де $T_{\text{орг.тех.обс.}}$ – час на організацію та технічне обслуговування робочого місця, хв. призначається по [9, с.84]:

$$T_{\text{орг.тех.обс.}} = 6\% \text{ від } T_{\text{он}}$$

$$T_{\text{орг.тех.обс.}} = 0,06 \cdot 1,675 = 0,1$$

$T_{\text{отл}}$ – час на відлучення робочого, хв. призначається по [9, с.203]:

$T_{\text{отл}} = 4\% \text{ від } T_{\text{он}}$ – для механічної подачі

$$T_{\text{отл}} = 0,04 \cdot 1,675 = 0,07$$

$$T_{\text{дод}} = 0,1 + 0,07 = 0,17$$

$$T_{\text{ит}} = 1,675 + 0,17 = 1,845$$

Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шк}}$, хв. розраховується за формулою:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ит}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n} \quad (1.32)$$

де $T_{\text{нз}}$ – підготовчо-заклучний час, хв. призначається по [9, с.135]

$$T_{\text{нз}} = 7 + 5,5 + 2,5 + 7 = 22$$

де 7 – час на установку пристрою;

5,5 – час на установку дискового шліфувального круга;

2,5 – час на правку круга;

7 – час на отримання інструменту та пристрою, і здачу після обробки партії деталей;

$$n = 4; T_{шт} = 1,845; T_{пз} = 22$$

$$T_{шк} = 1,845 + \frac{22}{4} = 7,345$$

Операція 15 – Токарна з ЧПК. Нормування виконується табличним методом по [9], [10].

Штучний час $T_{шт}$, хв. розраховується за формулою (1.27)

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв розраховується за формулою (1.28)

де $T_{доп}$ – допоміжний час, хв. розраховується за формулою :

$$T_{доп} = T_{вст.зн.закр.} + t_{м.в} + T_{контр} \quad (1.33)$$

де $T_{вст.зн.закр.}$ – час на встановлення, закріплення та зняття деталі, хв.

$T_{вст.зн.закр.} = 0,21$ [9, с.16] – для патрона пневматичного, вага деталі до 5 кг;

$t_{м.в}$ – машинно-допоміжний час, хв. призначається по [10, с.605]

$$t_{м.в} = 0,03 \cdot 10 + 0,1 \cdot 5 + 0,02 \cdot 2 + 0,04 \cdot 5 = 1,04$$

де 0,03 – час на ускорене переміщення по осям X і Z;

0,1 – установочний час;

0,02 – час на поворот револьверної головки на одну позицію;

0,04 установочний час в зоні різання.

$T_{контр}$ – час на контроль деталі, хв. розраховується за формулою (1.30)

де $\sum T_{вим}$ – сумарний час на вимірювання деталі, хв. призначається по [9, с.191]

$$\sum T_{вим} = 0,13 + 0,16 + 0,13 = 0,42$$

де 0,13 – час на вимірювання штангенциркулем розміру $\varnothing 80$ мм;
 0,16 – час на вимірювання штангенциркулем розміру $\varnothing 120$ мм;
 0,13 – час на контроль калібр-пробкою $\varnothing 48,1$

Періодичність вимірювань, призначається по [9, с.200]:

Періодичність = 0,5 – для циліндричних поверхонь, розміри до 200 мм.

$$T_{\text{контр}} = 0,42 \cdot 0,5 = 0,21$$

$T_{\text{контр}} < \sum T_o$ – отже час контролю перекривається і надалі в розрахунках не враховується

$$T_{\text{доп}} = 0,21 + 1,04 = 1,25$$

$$T_{\text{оп}} = 1,166 + 1,25 = 2,416$$

$T_{\text{доп}}$ – час на обслуговування робочого місця та особисті потреби, хв.
 призначається по [10, с.606]

$$T_{\text{доп}} = 10\% \text{ від } T_{\text{оп}}$$

$$T_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 2,416 = 0,24$$

$$T_{\text{шт}} = 2,416 + 0,24 = 2,656$$

Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шк}}$, хв. розраховується за формулою (1,32)

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час, хв. призначається по [10, с.606]

$$T_{\text{пз1}} = 12;$$

$$T_{\text{пз2}} = 1 \cdot 2 + 4 + 2 + 7 + 2 = 17$$

де 1 – час на установку одного різця;

4 – час на отримання наряду та технічної документації, ознайомлення з кресленням деталі;

2 – час на інструктаж майстра;

7 – час на отримання інструмента та здачу після обробки партії деталей;

2 – час щоб розкласти і прибрати інструменти, необхідні для наладки на партію деталей;

$$T_{nz3} = 5,1$$

$$T_{nz} = 12 + 17 + 5,1 = 34,1$$

$$n = 4; T_{шт} = 2,656; T_{nz} = 34,1$$

$$T_{ук} = 2,656 + \frac{34,1}{4} = 11,181$$

Операція 25 (Комплексна з ЧПК). Нормування виконується табличним методом по [9], [10]

Штучний час $T_{шт}$, хв. розраховується за формулою (1.27)

де $T_{он}$ – оперативний час, хв розраховується за формулою (1.28)

$T_{дон}$ – розраховується за формулою (1,33)

де $T_{вст.зн.закр}$ – час на встановлення, закріплення та зняття деталі, хв.

$T_{вст.зн.закр} = 0,378$ [9, с.16] – для патрона пневматичного, вага деталі до 5 кг, з перестановкою;

$t_{м.в}$ – машинно-допоміжний час, хв. призначається по [10, с.605]

$$t_{м.в} + 0,04 \cdot 22 + 0,1 \cdot 15 + 0,03 \cdot 15 + 0,1 \cdot 7 = 3,53$$

де 0,04 – час на ускорене переміщення по осям X і Z;

0,1 – установочний час;

0,1 – час на поворот револьверної головки на одну позицію;

0,03 – установочний час в зоні різання.

$$T_{дон} = 0,378 + 3,53 = 3,9$$

$$T_{он} = 16,87 + 3,9 = 20,78$$

$T_{дод}$ – час на обслуговування робочого місця та особисті потреби, хв. призначається по [10, с.606]

$$T_{дод} = 12\% \text{ від } T_{он}$$

$$T_{\text{доо}} = 0,12 \cdot 20,78 = 2,5$$

$$T_{\text{ум}} = 20,78 + 2,5 = 23,27$$

Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шк}}$, хв. розраховується за формулою (1.32)

де $T_{\text{нз}}$ – підготовчо-заключний час, хв. призначається по [10, с.606]

$$T_{\text{нз1}} = 12;$$

$$T_{\text{нз2}} = 7 + 0,5 \cdot 7 + 7 + 18 = 35,5$$

де 7 – час на установку пристрою вручну;

0,5 – час на встановлення 1 інструменту в револьверну головку;

7 – час на отримання інструмента і здача його після обробки партії деталей;

18 – час на налагодження верстата на обробку партії деталей;

$$T_{\text{нз3}} = 6 \text{ – час на пробну обробку}$$

$$T_{\text{нз}} = 12 + 35,5 + 6 = 53,5$$

$$n = 4; T_{\text{ум}} = 22,178; T_{\text{нз}} = 53$$

$$T_{\text{шк}} = 23,27 + \frac{53,5}{4} = 36,65$$

На слюсарну операцію №35 норми часи визначаються по [11] у наступній послідовності:

Штучний час $T_{\text{шт}}$, хв. розраховується за формулою:

$$T_{\text{шт}} = \Sigma T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} \quad (1.34)$$

де $\Sigma T_{\text{оп}}$ – сумарний оперативний час, хв., складається з

0,21 – час на калібрування різьби М10-6Н мітчиком вручну [11, с.123];

0,102 – час на припилення гострих кромek деталі [11, с.113];

5,01 – час на доводку профілю гофр [11, с.114];

$$\Sigma T_{\text{оп}} = 0,21 + 0,102 + 5,01 = 5,3$$

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час на операцію, хв., розраховується за формулою:

$$T_{\text{дод}} = a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}} \quad (1.35)$$

де $a_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця, відсоток від оперативного часу [11, с.19];

$a_{\text{отл}}$ – час на відпочинок та особисті потреби, відсоток від оперативного часу [11, с.19];

$a_{\text{обс}} = 1\%$ від оперативного часу – зміна, заправка і загострення інструменту [11, с.19];

$a_{\text{отл}} = 6\%$ від оперативного часу [11, с.19];

$$T_{\text{дод}} = 0,07 \cdot 5,3 = 0,37$$

$$T_{\text{шт}} = 5,3 + 0,37 = 5,67$$

Штучно-калькуляційний час $T_{\text{шк}}$, хв. розраховується за формулою (1.32)

де $T_{\text{пз}} = 2\%$ від оперативного часу [11, с.19];

$$T_{\text{пз}} = 0,02 \cdot 5,3 = 0,1$$

$$T_{\text{шк}} = 5,67 + \frac{0,1}{4} = 5,7$$

Таблиця 1.12 – Зведена таблиця норм часу

Номер та назва операції	ΣT_0 , хв	$T_{\text{вст.зн}}$, хв	$T_{\text{перех}}$, хв	$T_{\text{контр}}$, хв	$T_{\text{доп}}$, хв	$T_{\text{оп}}$ хв	$T_{\text{дод}}$, хв	$T_{\text{шт}}$ хв	$T_{\text{пз}}$ хв	$T_{\text{шк}}$ хв
15 Токарна з ЧПК	1,16	0,21	1,04	0,21	1,25	2,41	0,24	2,65	34,1	11,18
20 Плоскошліфувальна	0,62	0,6	0,73	0,072	1,05	1,67	0,17	1,84	22	7,345
25 Комплексна з ЧПК	16,87	0,38	3,53	-	3,9	20,78	2,5	23,27	53,5	36,65
35 Слюсарна	-	0,32	-	-	-	5,3	0,37	5,67	0,1	5,7

Коефіцієнт серійності $K_{сер}$, розраховується за формулою:

$$K_{сер} = \frac{F_p \cdot 60}{N \cdot T_{шт.сер}} \quad (1.36)$$

де $F_p=1840$ – дійсний фонд робочого часу для однієї зміни при роботі на верстатах з ЧПК;

$T_{шт.сер}$ – середній штучний час, хв.

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n_{опер}} \quad (1.37)$$

де $n_{опер} = 4$ – кількість операцій;

$$T_{шт.сер} = \frac{2,65 + 1,84 + 23,27 + 5,7}{4} = 8,4$$

$$K_{сер} = \frac{1840 \cdot 60}{100 \cdot 8,4} = 131,42$$

1.9 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NXCAM або іншої програми, що має САМ-модуль

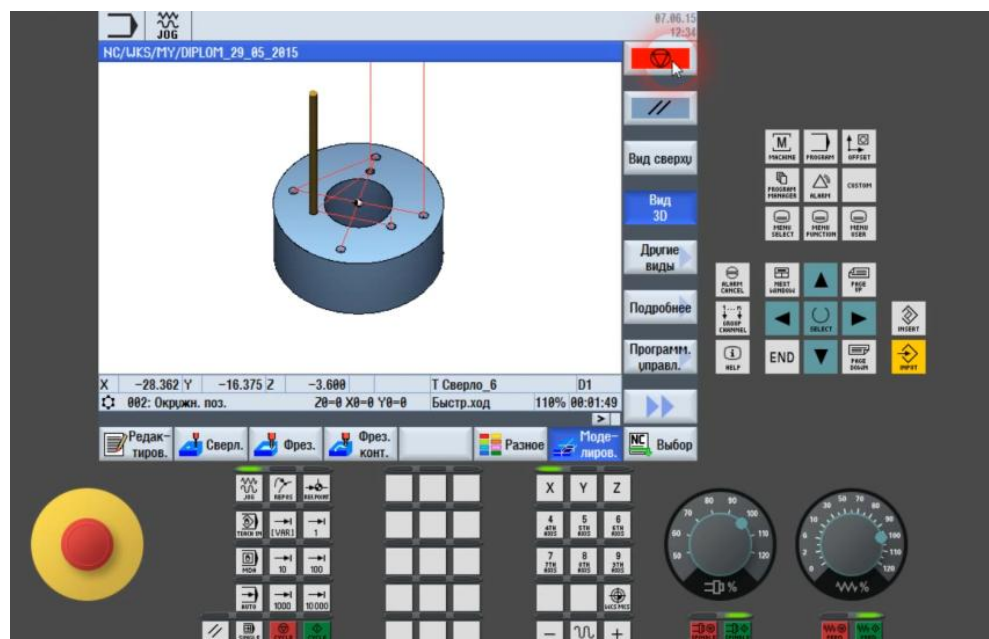


Рисунок 1.2 – Демонстрація траєкторії інструменту та процес свердлення 3 отворів Ø6 мм.

Наступним кроком в обробці є свердлення 2 отворів під різьбу M10-6H

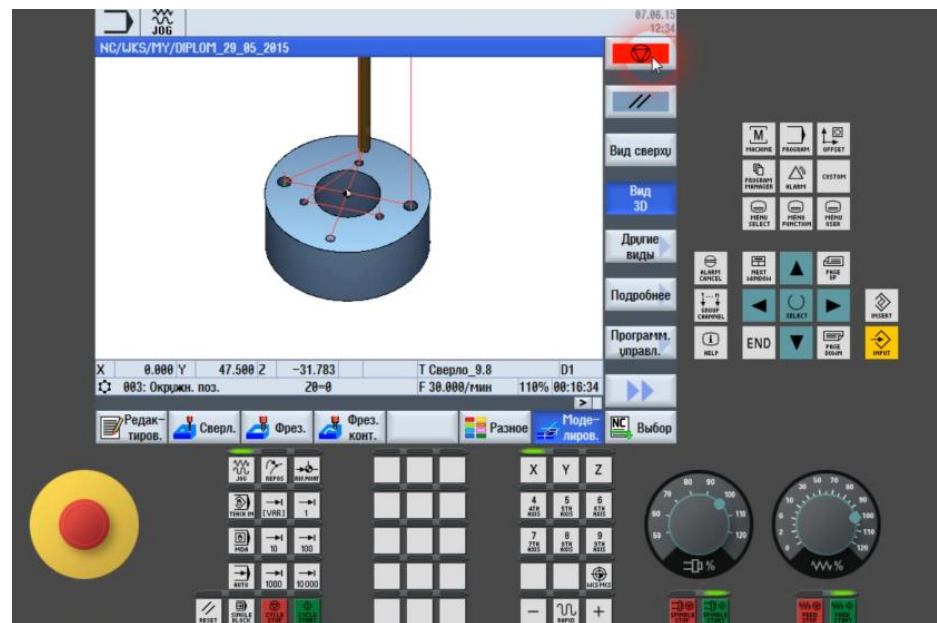


Рисунок 1.3 – Демонстрація обробки деталі свердленням

Далі свердлення 2 отворів під розгортання $\varnothing 9,8$ мм, розгортання чорнове до $\varnothing 9,97$ мм, та розгортання чистове в розмір $\varnothing 10H7$.

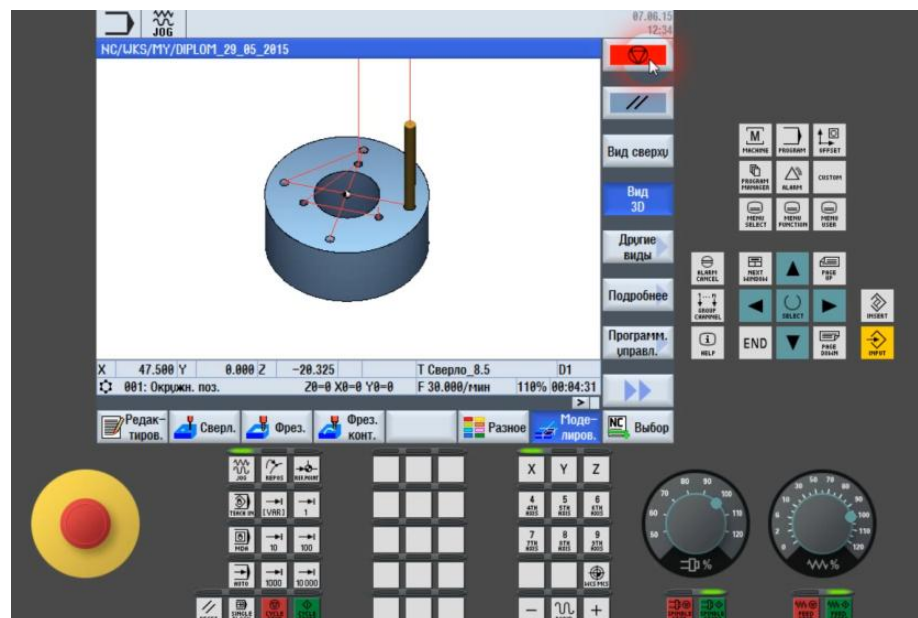


Рисунок 1.4 – Свердлення 2 отв. $\varnothing 9,8$ мм

Наступний крок – нарізання різьби M10-6H в 2 отворах.

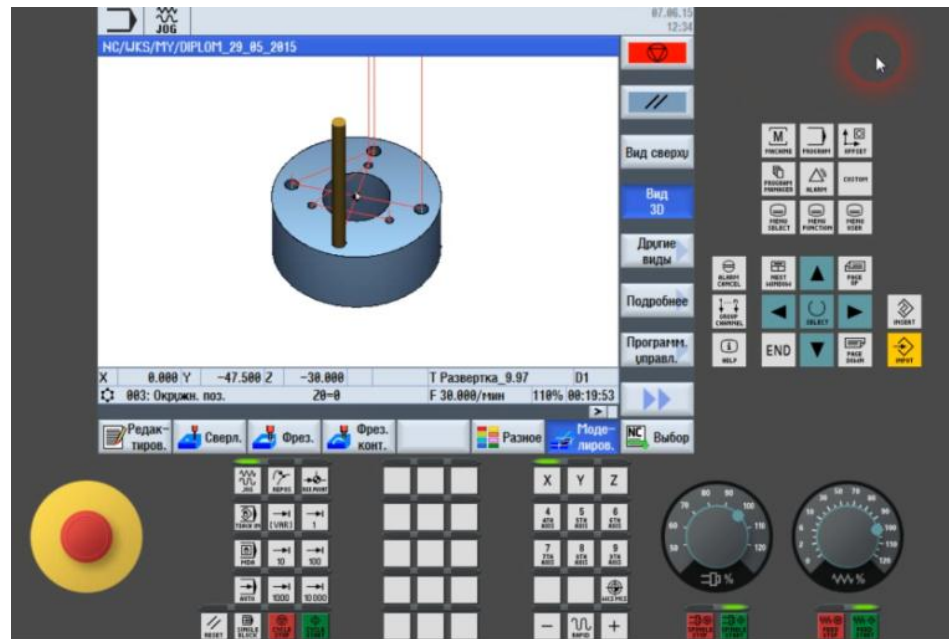


Рисунок 1.5 – нарезання різьби M10-6H в 2 отворах

Перевстановлюємо деталь для фрезерування профілю гофр.

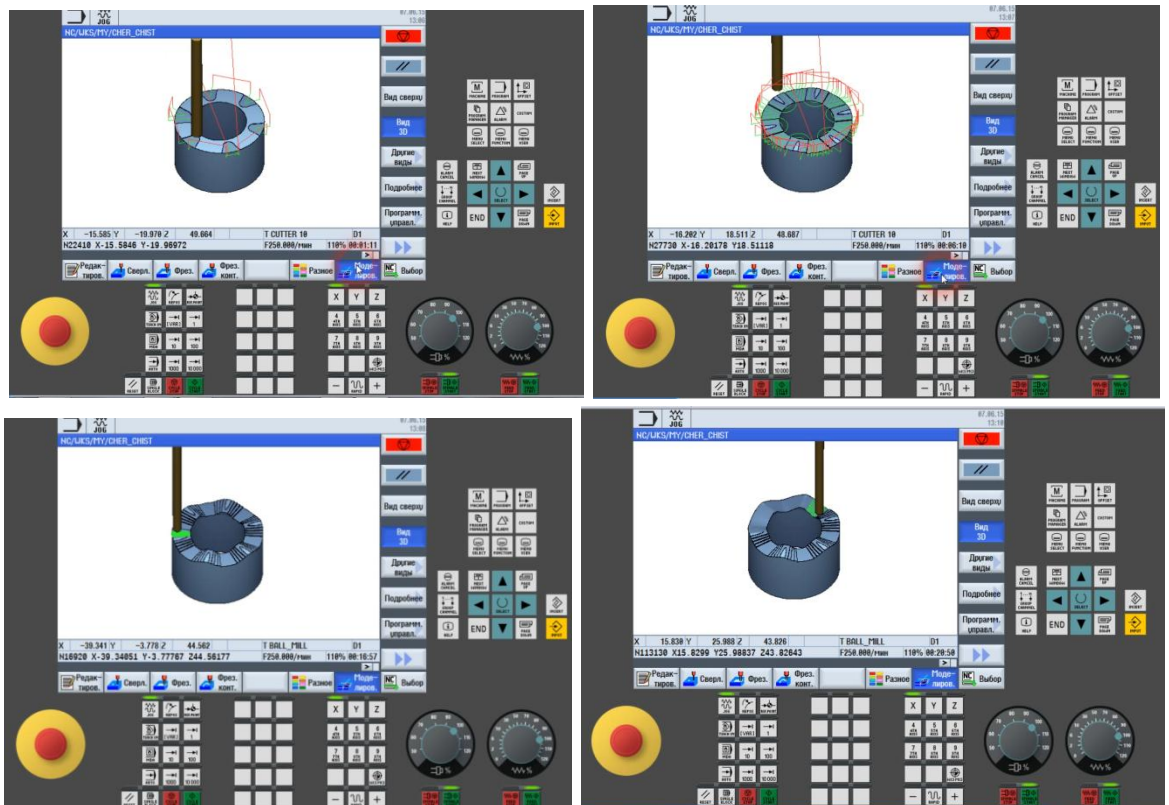


Рисунок 1.6 – Фрезерування профілю гофр

Чистове фрезерування профілю гофр

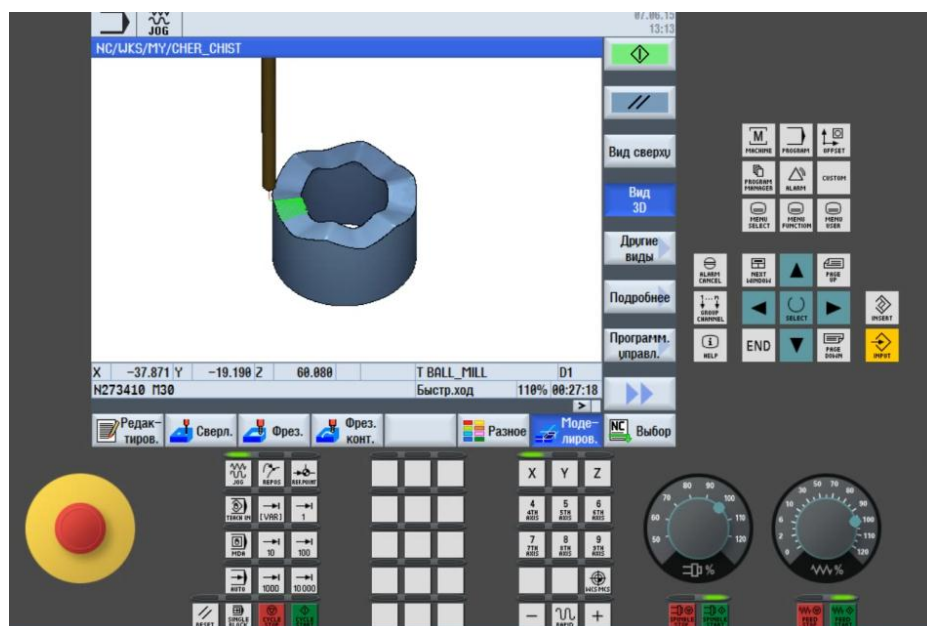


Рисунок 1.7 – Чистовое фрезерование профиля
Керующа программа обработки детали «Пуансон»:

№20150 x-27,516 y-36,055 z-	№20400 x-16,880 y-33,517 z-
63,575	49,664
№20170 z-	№20410 x-16,484 y-30,505 z-
52,664	49,664
№20190 G1 z-	№20430 x-18,183 y-29,527 z-
49,664	49,664
№20200 x-23,077 y-33,10 z-	№20450 x-23,080 y-33,104 z-
49,664	49,664
№20200 x-20,577 y-31,383 z-	№20480 x-27,520 y-36,050 z-
49,664	52,664
№20230 x- 18,182 y-29,518 z-	№20510 x-44,972 y-5,814 z-
49,664	63,575
№20240 x- 15,903 y-27,516 z-	№20530 x-44,980 y-5,814 z-
49,664	52,664
№20250 x-16,482 y-30,499 z-	№20560 x-40,196 y-3,446 z-
49,664	49,664
№20260 x-16,878 y-35,512 z-	№20590 x-34,616 y-0,984 z-
49,664	49,664
№20270 x-17,091 y-363,544	№20610 x-34,622 y-0,983 z-
№20300 z-	49,664
52,664	№20620 x-37,454 y-2,138
№20330 x-17,381 y-4,879 z-	№20630 x-40,213 y-3,456
63,575	№20650 x-44,981 y-5,821
№20370 G1 z-	№20680 x-44,981 y-5,821 z-
49,664	63,575

	№20690 x-27516 y-36,055 z-	
63,575		
	№20710	z-
52,664		
	№20730 G1	z-
49,664		
	№20760 x-20,576 y-31,383 z-	
49,664		
	№20780 x-15,904 y-27,156 z-	
49,664		
	№20790 x-16,482 y-30,499	
	№20800 x-16,878 y-33,511	
	№20830 x-17,382 y-41,876	
	№20840	z-
52,664		
	№21220 G0	z-
63,574		
	№21250	z-
52,664		
	№21280 x-39,415 y-8,664 z-	
49,664		
	№21310 x-31,364 y-5,122 z-	
49,664		
	№21330 x-25,332 y-3,525	

№30600 x-21,403 y-4,396 z-48,687
 №30610 x-22,683 y-4,369 z-48,687
 №30620 x-23,916 y-4,695 z-48,687
 №30670 x-46,818 y-14,682 z-48,687
 №30680 z-51,686
 №30700 G0 z-63,574
 №30710 x-46,808 y-14,741 z-63,574
 №30750 G1 z-48,686
 №30760 x-38,833 y-10,972
 №30800 x-25,460 y-5,318
 №30820 x-22,683 y-4,372
 №30830 x-21,404 y-4,397

 №271940 x-25,259 y-13,57257 z-49,673
 №272130 x-22,579 y-12,158 z-49,514
 №272140 x-22,438 y-12,084 z-49,505
 №272170 x-22,854 y-11,633 z-49,444
 №272390 x-23,566 y-11,992 z-49,483
 №272620 x-26,843 y-13,640 z-49,627
 №272740 x-28,553 y-14,501 z-49,693
 №273100 x-33,682 y-17,082 z-49,782
 №273300 x-37,800 y-19,154 z-51,680
 №273330 G0 z-60,080
 №273410 M30

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Верстатні пристосування застосовують для установки заготовок на металорізальні верстати, при цьому повинні забезпечуватися: надійне утримання заготовки при обробці, необхідна точність обробки і дотримання техніки безпеки.

Спроекуємо робоче пристосування для операції 025, на котрій виконується обробка 3 отворів $\varnothing 6$. Пристосуванням служить кондуктор (рис. 2.1). Напрямок свердла забезпечується змінними кондукторними втулками. Центрування кондуктора на оброблюваній деталі здійснюється по поверхні $\varnothing 48,1^{+0,039}$ мм.

Закріплення оброблюваної деталі здійснюється за допомогою пневматичного затискача, який складається з поршня, штока, ущільнень, кільця, буферів. Зусилля затиску передається через стакан. Наявність сережки дозволяє швидко встановлювати та знімати кондуктор.

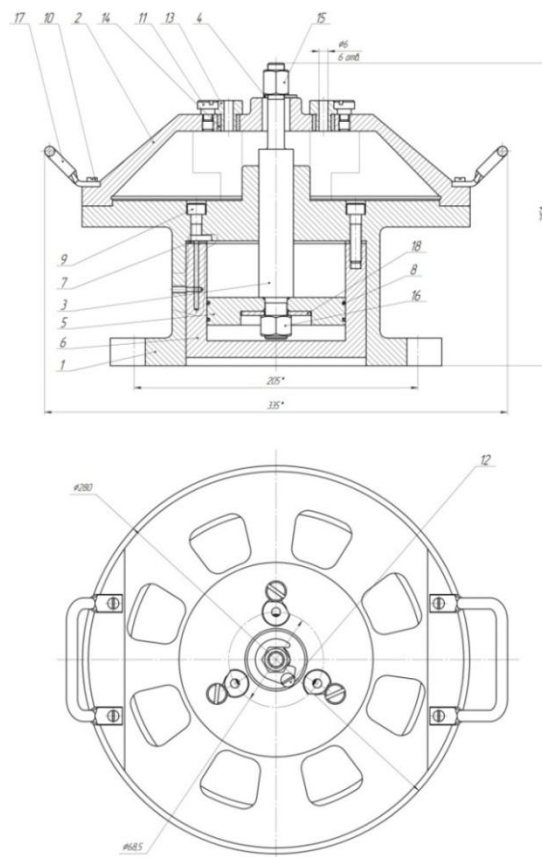


Рисунок 2.1 – Кондуктор для свердління 3 отворів $\varnothing 6$ мм

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Похибка установки деталі в пристосуванні враховується при розрахунку припусків на механічну обробку деталі і залежить від конструкції пристосування.

Похибка установки – це різниця граничних відхилень вимірювальної бази щодо встановленого на розмір ріжучого інструменту, що виникає в процесі базування і закріплення заготовки.

Кондуктор на оброблювану деталь встановлюється с зазором. При цьому вимірювальної базою є вісь деталі, а настроювальної базою – вісь кондуктора.

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закр}}^2} \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_{\text{закр}}$ – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{баз}}$ – похибка базування – частина похибки установки, що є розбіжністю вимірювальної та настроювальної баз і розраховується за формулою:

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \frac{S_{\text{max}}}{2} = \frac{D_{\text{д max}} - D_{\text{п min}}}{2}, \quad (2.2)$$

де $D_{\text{д}} = \varnothing 48,1^{+0,039}$;

$D_{\text{п}} = \varnothing 48,1g6(-0,09_{-0,025})$.

$$\varepsilon_{\text{баз}} = \frac{S_{\text{max}}}{2} = \frac{48,1^{+0,039} - 48,1_{-0,025}^{-0,09}}{2} = 0,032 \text{ мм}$$

Методика розрахунку на точність базується на положенні, що допуск на розмір обробки повинен бути більше або дорівнювати сумі похибок, що безпосередньо виникають в процесі обробки.

У свердлильних верстатах різальний інструмент встановлюється на розмір обробки за допомогою кондукторних втулок. Розрахункова схема показана на рис 2.2.

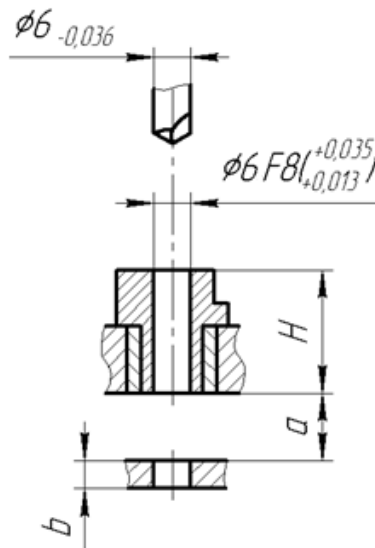


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема для розрахунку пристосування на точність

Розрахунок полягає у визначенні виконавчих розмірів на розташування осей кондукторних втулок і допусків на ці розміри.

1. Визначаємо номінальні розміри між осями кондукторних втулок. Оскільки допуски на оброблені отвори задаються симетрично, то $L_k = L_d$ мм.

2. Розраховуємо допуск на розміри кондуктора за формулою:

$$T_k = T_d - k \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \left(\Delta_1 \cdot \frac{H + 2 \cdot a}{H} \right)^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}, \quad (2.3)$$

де $T_d = 0,74$ мм – допуск на розмір обробки деталі;

$\varepsilon_6 = 0,032$ мм – похибка базування заготовки в пристосуванні;

$\varepsilon_3 = 0$ мм – похибка закріплення заготовки в пристосуванні;

$k = 1 \dots 1,2$;

Δ_1 – частка похибки обробки, що залежить від зміщення осі свердла відносно отвору змінної втулки:

$$\Delta_1 = S_{max} = d_{o max} - d_{св min}, \quad (2.4)$$

де S_{max} – максимальний зазор між зміною втулкою:

$$\Delta_1 = S_{max} = 6,035 - 5,964 = 0,071 \text{ мм} \quad (2.5)$$

S_{max} – максимальний зазор між змінною втулкою $d_{BT} = 6F8^{(+0,035}_{+0,013)}$ та свердлом $d_{CB} = 6_{-0,036}$.

Δ_2 – частка похибки обробки, що залежить від зсуву осі змінної втулки щодо осі постійної втулки:

$$\Delta_2 = S_{max} = d_{оппк max} - d_{KB min} = 11,081 - 10,983 = 0,035 \text{ мм}, \quad (2.6)$$

$$\text{де } d_{KB} = 11g^{(-0,006}_{-0,017}); d_{оппк} = 11H7^{+0,018}.$$

Δ_3 – частка похибки обробки, викликана зміщенням осі свердла внаслідок ексцентриситету обох втулок

$$\Delta_3 = 2e = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ мм}, \quad (2.7)$$

де $e = 0,005$ – ексцентриситет кондукторної втулки;

$\Delta_4 = 0,02 \text{ мм}$ [11, т. 5.19, с. 87] – частка похибки обробки, що залежить від величини допустимого зносу змінної втулки по направляючої діаметру щодо отвори змінної втулки.

Δ_5 – частка похибки обробки, що враховує перекошування інструмента в процесі обробки:

$$\Delta_5 = \Delta_1 \frac{H + 2a}{H}, \quad (2.8)$$

де $a = 12 \text{ мм}$ – відстань між кондукторною плитою і деталлю, що обробляється, для виходу стружки;

$H = 33 \text{ мм}$ – висота кондукторної втулки.

$$\Delta_5 = 0,071 \cdot \frac{22 + 2 \cdot 4,5}{22} = 0,1 \text{ мм}.$$

Таким чином отримаємо:

$$T_K = 0,74 - 1 \cdot \sqrt{0,064^2 + 0^2 + 0,1^2 + 0,035^2 + 0,005^2 + 0,02^2} = 0,48 \text{ мм}.$$

Приймаємо $T_K = \varnothing 68 \pm 0,25 \text{ мм}$.

З розрахунку видно, що дане пристосування по точності виконання відноситься до пристосувань нормальної точності.

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу.

Розрахунок необхідної зусилля кріплення заготовки в процесі обробки при свердлінні декількох отворів одночасно проводиться за формулою:

$$Q = \frac{3k\Delta_p n}{f \left(\frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} \right)}, \quad (2.9)$$

де $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$.

$k_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує коливання сил різання;

$k_2 = 1,15$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки, оброблюваний матеріал і нерівномірне зношування ріжучого інструменту, (свердління) вибирається з [11, т. 6.1, с.101];

$k_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує коливання уривчастість обробки, умови плавного різання;

$k_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує сталість сил затиску;

$k_5 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує ручні затискачі з точки зору зручності закріплення деталі

$k_6 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вид опорної поверхні, суцільна опора;

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,07.$$

n – кількість одночасно оброблюваних отворів;

Δ_p – величина невірноваженої сили, визначається так

$$\Delta_p \approx 0,0153(1 - f)P_{oc}, \quad (2.10)$$

де $P_{oc} = 2500$ Н – осьова сила різання;

В такому випадку $\Delta_p \approx 0,0153(1 - 0,25) \cdot 2500 = 29$ Н;

$f = 0,25$ – коефіцієнт тертя спокою

$$D_1 = 120 \text{ мм}, D_2 = 48,1 \text{ мм}.$$

Підставивши ці значення в формулу (2.10) отримаємо:

$$Q = \frac{3 \cdot 2,07 \cdot 29 \cdot 1 \cdot 3500}{0,25 \left(\frac{120^3 - 48,1^3}{120^2 - 48,1^2} \right)} = 1641 \text{ Н}$$

Необхідний тиск в пневмоциліндрі:

$$p = \frac{W}{S}, \quad (2.11)$$

де S – площа перерізу поршня.

Попередньо приймаємо тиск повітря в пневмосистемі цеху 4 атм або 0,4 МПа.

Сила на штоку пневмоциліндра W визначається за формулою:

$$W = 2 \frac{\pi \cdot (D - d)^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad (2.12)$$

де $\eta = 0,85 \dots 0,9$ – ККД, що враховує втрати на тертя.

Звідки визначаємо діаметр поршня за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} + d, \quad (2.13)$$

$$D = \sqrt{\frac{2 \cdot 1641}{3,14 \cdot 400000 \cdot 0,85}} + 25 \approx 80,42 \text{ мм.}$$

Застосовуємо пневмоциліндр з діаметром циліндра $D = 100$ мм, та діаметром штока $d = 25$ мм.

2.2 Опис конструкції та принципу дії контрольного пристрою або розрахунок контрольного калібру

Для комплексної операції з ЧПК передбачається контрольний інструмент калібр-пробка, яка призначається для контролю отвору $\varnothing 10H7$. Застосування цього калібру дає можливість швидко і точно проконтролювати розмір $\varnothing 10H7(^{+0,015})$.

Розрахунок калібр-пробки ведеться у такій послідовності:

2.1. По таблицям допусків на гладкі циліндричні з'єднання по ГОСТ 24853-81 знаходяться граничні відхилення:

$$ES = +0,015; EI = 0$$

Граничні розміри отвору:

$$D_{\max} = D + ES \quad (2.14)$$

$$D_{\max} = 10 + 0,015 = 10,015$$

$$D_{\min} = D + EI \quad (2.15)$$

$$D_{\min} = 10 + 0 = 10$$

2. По таблицям допусків на гладкі калібри СТ СЭВ 157-75 для отвору $\varnothing 10$ і квалітету Н7 визначаються відхилення:

$H, H_1 = 2,5 \text{ мкм} = 0,0025 \text{ мм}$ – допуск на виготовлення калібру-пробки;

$Z, Z_1 = 2 \text{ мкм} = 0,002 \text{ мм}$ – відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру;

$Y, Y_1 = 1,5 \text{ мкм} = 0,0015 \text{ мм}$ – допустимий вихід розміру зношеного калібру

$$H_z = 1,5 \text{ мкм} = 0,0015 \text{ мм}$$

$$H_p = 1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм}$$

3. Виконавчі розміри прохідної робочої сторони калібр-пробки:

- найбільший розмір прохідної нової пробки

$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} \quad (2.16)$$

$$PP_{\max} = 10 + 0,002 + \frac{0,0025}{2} = 10,0033$$

- розмір калібру ПР, що ставиться на кресленні:

$$PP_{\min} = 10,0033_{-0,0025}$$

4. Виконавчі розміри непрохідної робочої сторони калібру-пробки:

- найбільший розмір

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} \quad (2.17)$$

$$HE_{\max} = 10,015 + \frac{0,0025}{2} = 10,0163$$

- розмір калібра HE, що ставиться на кресленні:

$$HE_{\min} = 10,0163_{-0,0025}$$

5. Допустимий знос пробки:

$$PP_{\text{знс}} = D_{\min} - Y \quad (2.18)$$

$$PP_{\text{знс}} = 10 - 0,0015 = 9,9985$$

Поля допусків калібр-пробки 10H7(ПР, HE) надається на рисунку 2.3.

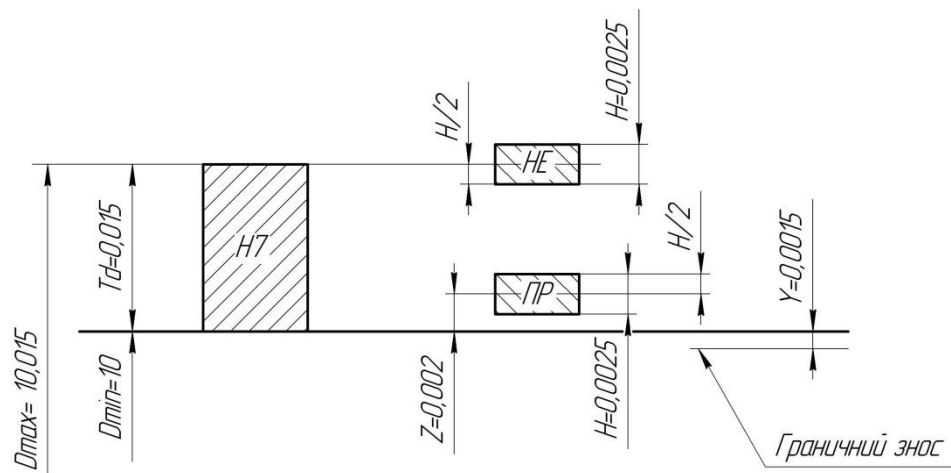


Рисунок 2.3 – Поле допуску калібр-пробки 8,5H12 (ПР, HE)

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

3.1 Автоматизація шліфувальної операції

Шорсткість поверхні є одним з важливих показників якості деталей машин. Вона визначає властивості як рухомих, так і нерухомих з'єднань, а також ряд інших показників якості. Важливим завданням сучасного машинобудування є підвищення економічної ефективності обробки деталей. Для цього необхідно забезпечити високу продуктивність при заданому рівні якості деталей. Контроль якості поверхні деталей при обробці шліфуванням є актуальним завданням. Це пов'язано в першу чергу з тим, що шліфування зазвичай є фінішною обробкою і поява браку на цій операції зводить нанівець усі зусилля із підвищення якості на попередніх операціях.

Витрати допоміжного часу на вимір шліфованої деталі складають від 20 до 40% усього допоміжного часу. З цього отримуємо висновок про необхідність впровадження засобів механізації і автоматизації контролю.

Типовою операцією технологічного процесу обробки даної деталі є шліфування на плоскошліфувальному верстаті моделі 3Б722 та контроль розмірів штангенциркулем ШЦ-I-125-0,01. Ці засоби обробки та контролю є ручними, тобто не оснащені автоматизованими системами. Виходячи з цього, пропонується варіант автоматизації операції технологічного процесу – застосування верстатів з системою ЧПК.

Системами ЧПК оснащують круглошліфувальні, внутрішньо-шліфувальні, плоскошліфувальні, безцентрово-шліфувальні, контурно-шліфувальні і інші верстати. При цьому виникають технічні труднощі, які пояснюються наступними причинами. Процес шліфування характеризується, з одного боку, необхідністю отримання високої точності і якості поверхні при мінімальному розсіянні розмірів, з іншого боку – особливістю інструменту, розмірній точності шліфувального круга, що полягає в швидкій втраті, внаслідок його інтенсивного зношування в процесі роботи. Отже, у верстаті потрібні механізми автоматичної компенсації зношування шліфувального круга. Система ЧПК має бути замкнутою для компенсації деформацій системи СПД, температурних погрешностей, різних припусків на заготовки, неточностей верстата тощо.

Вимірювальні системи повинні мати високу роздільну здатність, що забезпечує жорсткі допуски на точність позиціонування, наприклад, в плоскошліфувальних верстатах такі прилади забезпечують безперервний вимір діаметрів в процесі обробки з відносною погрешністю не більше 2-х -5 мм. Контроль подовжніх переміщень столу повинен здійснюватися з погрешністю не більше 0,1 мм для плоскошліфувальних верстатів і 0,02-

0,03 мм для торцекруглошліфувальних. Через велику кількість невизначеної технологічної інформації, що міститься в програмі, недоцільно використовувати програмний носій на перфострічці. Тому для шліфувальних верстатів часто використовують системи типу CNC. Для цих систем характерне управління по 3-4 координатам, але у верстатах, працюючих декількома кругами, можливе управління по 5-6 і навіть 8 координатам. Взаємозв'язок між оператором і системою ЧПК (CNC) шліфувального верстата у більшості випадків здійснюється в діалоговому режимі за допомогою дисплея. Є також можливість дистанційного введення програм від центральної ЕОМ при включенні верстата в автоматизовану ділянку. Застосовуються вбудовані діагностичні системи, що підвищують надійність верстатів.

Одним із відомих представників сімейства плоскошліфувальних верстатів з ЧПК (CNC) є верстат SUPERTEC серії Planotec моделі PL-1632.



Рисунок 3.1 – Загальний вид верстата Planotec PL-1632

Planotec PL-1632 призначений для обробки зовнішніх, плоских поверхонь деталей різної форми за допомогою шліфування. Шліфувальний шпиндель верстата встановлений на гідродинамічних підшипниках підвищеної точності. Це забезпечує максимальну жорсткість конструкції і стабільність роботи шпинделя. У разі виникнення нестачі мастила в

порожнині шпинделя, відбувається зупинка обертання щоб уникнути зносу підшипників і рухливих частин. Тиск масляної плівки контакту в гідродинамічних підшипниках і безперервна примусова система змащування шліфувального шпинделя забезпечує функцію поглинання вібрації. Плоскошліфувальний верстат має зручну систему наладки і управління, що дозволяє робити переналадку між однотипними деталями. Верстат оснащений системою ЧПК Fanuc 0i-Mate-TD з панеллю керування.

Отже, продуктивність підвищується в основному в результаті зниження допоміжного часу на установку заготовки і знімання готової деталі, на переустановлення для обробки наступної поверхні деталі, на вимір і так далі. При обробці багатоступінчастих заготовок на плоскошліфувальному верстаті з ЧПК досягається заощадження часу в 1,5-2 рази в порівнянні з ручним управлінням. Тому, виходячи з вище вказаних переваг застосування плоскошліфувального верстата з ЧПК пропонується його використання для шліфувальних операцій при проектуванні технологічного процесу обробки деталі «Пуансон».

3.2 Визначення напружено-деформованого стану деталі.

Пуансон - деталь штампу, призначена для формування профіля хвилястих пружин и працює на удар/стиск. Оскільки Пуансон і є основним елементом формування профілю, до матеріалу ставляться особливі вимоги.

Розрахуємо напружено-деформований стан поверхонь деталі.

Згідно умов роботи деталі у вузлі визначаємо напружено-деформований стан деталі «Пуансон». Перевірка на міцність проводиться у програмі Solid Works. Першим кроком в здійсненні розрахунку на міцність є вибір місця закріплення деталі. Обираємо команду «Додати кріплення» та позначаємо поверхню головки Пуансона по Ø120 мм. Оскільки деталь працює на удар/стиск, то деформування може виникнути як на поверхні деталі Ø80 мм так і на поверхні Ø120 мм. Обираємо напрямок прикладання сили до деталі – Рисунок 12. Зеленими лініями відображається поверхня для закріплення, фіолетовими – поверхня, до якої прикладене навантаження.

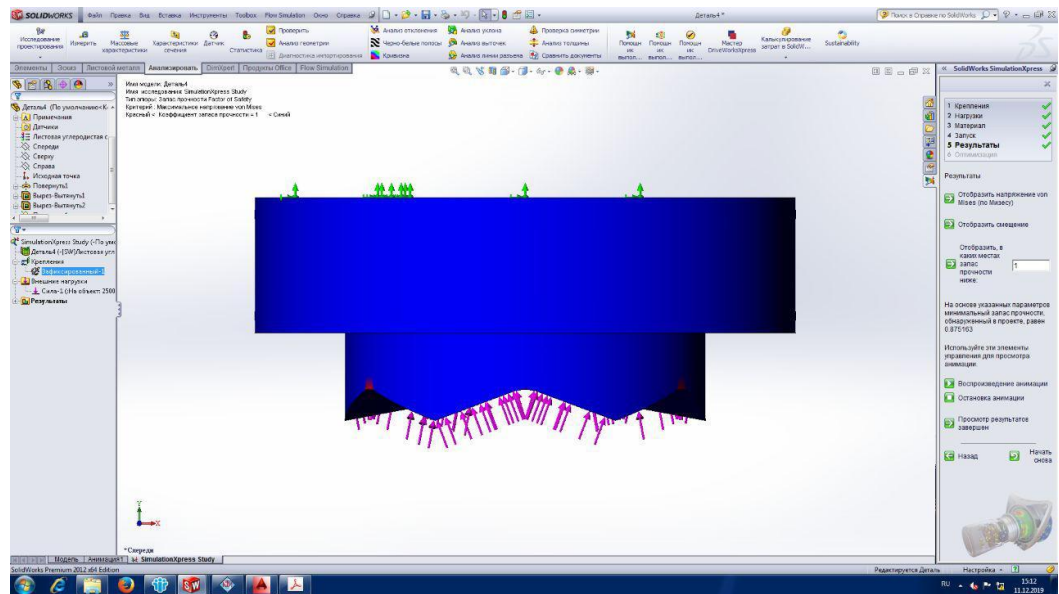


Рисунок 3.2 – Схема закріплення деталі «Пуансон»

Згідно з систематизованим виробничим даними величина тиску у штампах становить 700...1250 МПа для латунних напівфабрикатів і 800...1500 МПа для сталевих.

Подібне спрощене визначення величини тиску може призводити до суттєвої похибки в оцінці міцності штампового інструменту, так як реальний розподіл контактних навантажень на деформуючу поверхню робочого інструменту є істотно нерівномірним. Але, враховуючи те, що штамповані деталі є дійсно малі за товщиною, суттєво менші і тонші за робочу поверхню штампового інструменту, в даній ситуації можна спиратися на середньостатистичні табличні значення величин тиску.

До поверхні гофр, які відповідають за формування профілю, прикладаємо навантаження 25000Н.

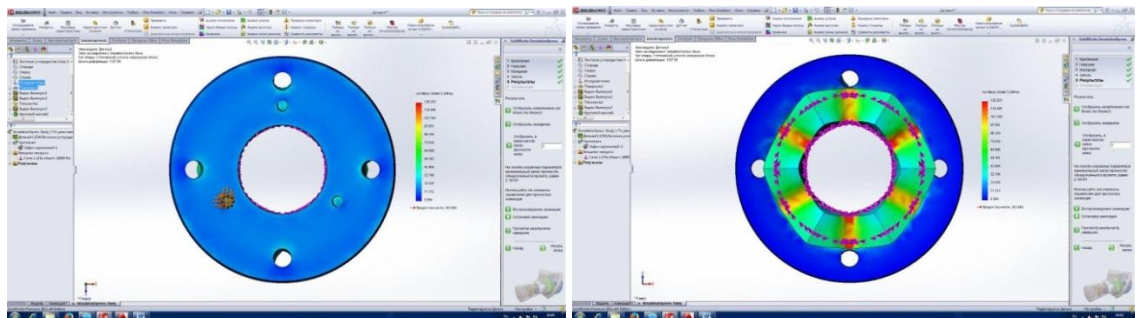


Рисунок 3.3 – Схема навантаження деталі «Вал»

Результат розрахунку деталі «Вал» зображений на рисунку 3.4.

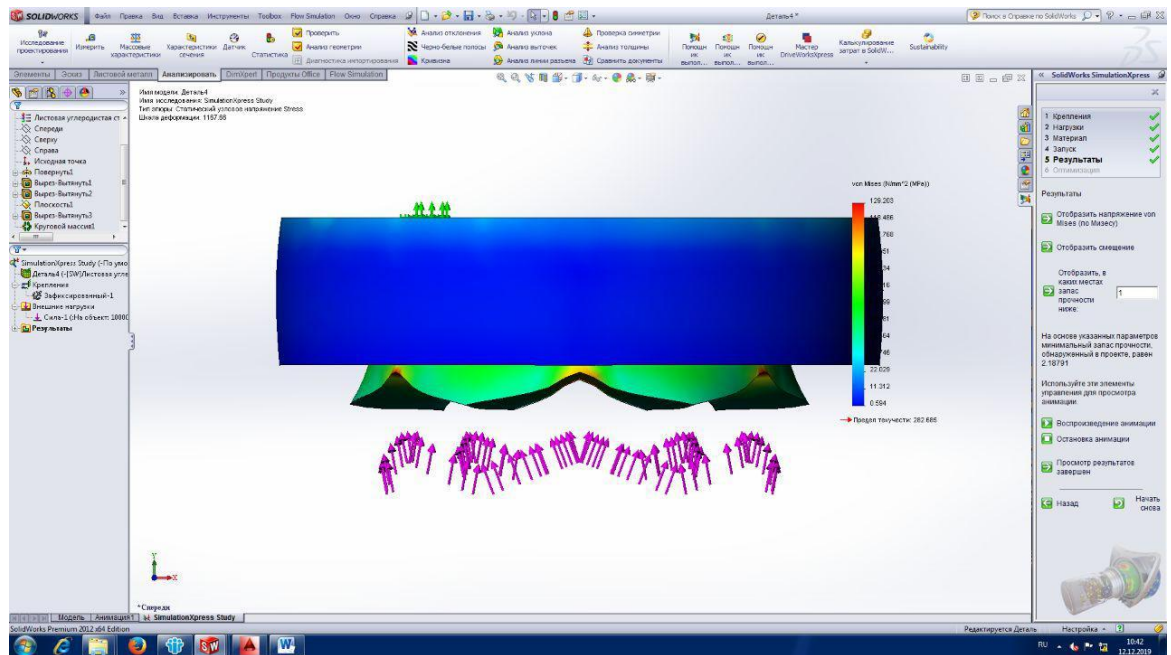


Рисунок 3.4 – Результат розрахунку деталі «Пуансон»

Отже, виходячи з результатів розрахунку та діаграми на рисунку 10 видно, що деталь витримує задані навантаження без руйнування. Оскільки при розрахунку враховувався запас міцності в 2 рази, можна зробити висновок, що «Пуансон» остаточно підходить для штампування без втручання та змін у початковій конфігурації.

4 СПЕЦЗАВДАННЯ

4.1 Вибір сучасного обладнання для виготовлення деталі «Пуансон»

Оскільки тема дипломної роботи звучить як «Удосконалення базового технологічного процесу виготовлення деталі «Пуансон» шляхом використання сучасного металорізального обладнання», на заміну універсальним верстатам було обране обладнання, яке відповідає вимогам сучасного виробництва. Таким чином, токарно-гвинторізний верстат 16K20 замінений на токарний верстат з ЧПК Spinner TC-300, а фрезерний верстат з ЧПК ФП17СМН2 – на оброблюючий центр Spinner VC-750. Ця зміна обладнання зумовлена такими показниками як:

- якість обробки деталі;
- швидкість обробки деталі;
- економія технологічного часу на виготовлення партії деталей;
- суміщення декількох подібних операцій в одну;
- зниження частки людської праці;
- автоматизація виробництва.

Вертикально-фрезерний оброблюючий центр Spinner VC 750 виготовлений фірмою Spinner з системою управління Siemens 840D. Рік випуску: 2015. Високошвидкісний оброблюючий центр з хрестовим столом, лінійними напрямними і високою динамікою. Ідеально підходить для виробництва інструментів і прес-форм, а також для високошвидкісної обробки. Дуже компактні габарити. Оснащений конвеєром для відводу стружки, системою автоматичної подачі МОР, швидкозмінним двохважільним інструментальним магазином, шпинделем з високою частотою обертання, транспортером для відводу стружки. Повний пакет документів, включаючи інструкцію по експлуатації, додається.

Особливості верстата:

- Цілісна лита конструкція з хрестовим столом;
- Супорт з оптимізацією навантажень для високих значень прискореного ходу і прискорення;
- Лінійні направляючі великого розміру;
- Шпинделі з високою частотою обертання до 12000/15000 об/хв у вигляді «лінійних шпинделів» без ремня;
- Мотор-шпинделі 24000 об/хв (опція);
- Швидкозмінний двохважільний інструментальний магазин;

- Ідеально підходить для високошвидкісної обробки і виробництва прес-форм;
- На зворотному боці верстата відсутні елементи управління, що дозволяє заощадити площу.



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд верстата Spinner VC-750.



Рисунок 4.2 – Конструкція верстата Spinner VC-750 без обшивки.

Верстат Spinner TC-300 ідеально підходить для твердого точіння розжарених матеріалів; силовій і точної обробки; автоматизованої обробка з використанням робота або бар фідера; застосовується для комплексної токарно-фрезерної обробки деталей; підходить як для дрібносерійного, так і для масового виробництва. Однією з особливостей верстата є швидке програмування в діалоговому режимі прямо на верстаті.

Особливості базової комплектації верстатів:

- дуже жорстка конструкція литий чавунної станини
- похила станина з реальним кутом в 45°
- невелику відстань між оператором та патроном / рев.

Головкою

- велике панорамне вікно в робочій зоні
- дуже компактна конструкція верстата з мінімальними

габаритами

- централізоване змащування всіх осей і ШВП
- загартовані напрямні ковзання по всіх осях
- 12-ти позиційна швидкісна АС-револьверна головка

SPINNER

- час зміни інструменту – 0,3 сек.
- АС-револьверна головка обертається повільніше під час

налаштування верстата;

- вбудований мотор-шпиндель з водяним охолодженням
- гідравлічний порожнистий зажимний циліндр для обробки

прутка

- найсучасніші цифрові приводи від лідерів ринку Siemens або

Fanuc

- системи ЧПУ останнього покоління Fanuc 32i або Siemens

840D SolutionLine

- великий екран системи ЧПУ 15 "
- абсолютні енкодери по осях (немає необхідності шукати

нульову точку)

- верстати виготовляються у відповідності з європейськими

стандартами CE і EMV.



Рисунок 4.3 – Загальний вид токарного верстата Spinner TC-300.

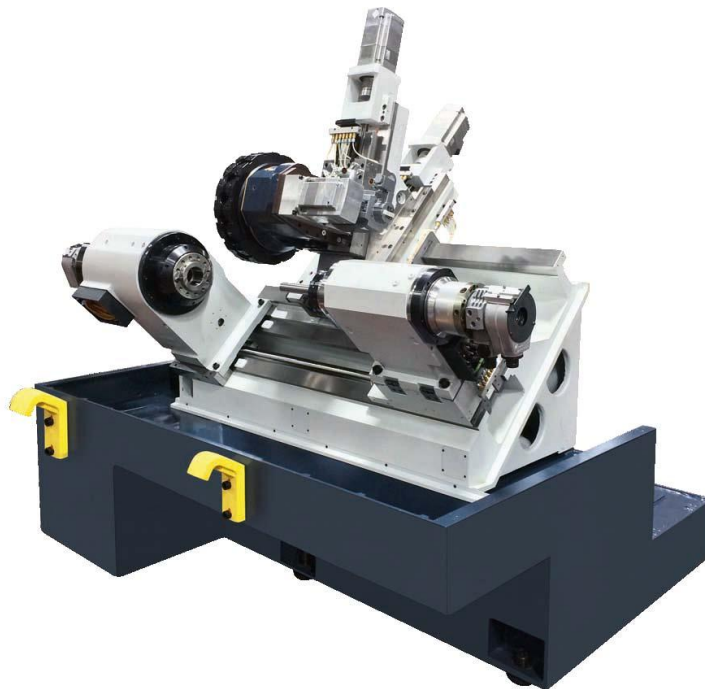


Рисунок 4.4 – Станина та конфігурація верстата Spinner TC-300.

Таким чином, спираючись на всі показники та характеристики описаних верстатів можна зробити висновок, що впровадження їх у технологічний процес виготовлення деталі «Пуансон» є доцільним і навіть необхідним для отримання кращого результату обробки деталі та скорочення технологічного часу на її виготовлення.

4.2 Технологічні шляхи підвищення стійкості поверхні штампового інструменту

Застосування пластичного деформування значно підвищує зносостійкість інструменту за рахунок отримання більш рівномірною дрібнозернистої структури, подрібнення карбідної фази та її більш

рівномірного розподілу, а також формування сприятливої волокнистої структури. Найбільшого поширення знаходить холодне видавлювання інструмента, яке застосовується для виготовлення матриць холодного та гарячого об'ємного штампування, обрізних пуансонів, пуансонів для висадки гвинтів і ін. Значно рідше застосовуються: високошвидкісне штампування з попереднім нагріванням заготовок, редукування, висадка та холодне гідростатичне пресування.

Можливість виготовлення високоякісного деформуючого інструменту, одержуваного литтям, з'явилася у зв'язку з розробкою методів, що забезпечують достатню точність виробів, якість поверхні і високі показники механічних властивостей. У порівнянні з деформованою лита сталь має ряд переваг: володіє більш високими показниками твердості і міцності при підвищених температурах, підвищеним опором зносу, поліпшеними характеристиками розгароутворення, зниженою чутливістю до концентраторів напружень.

Для виготовлення виливків інструменту масою до 10 кг використовують лиття по виплавлючим моделям. Для відносно великих виливків найбільш часто використовують лиття в керамічні форми. Рідше використовується лиття в корундові форми (при виготовленні одиничних штампів), лиття в оболонкові форми.

Удосконалення методів механічної обробки проводиться в напрямку отримання оптимальних характеристик поверхні. Для цього в якості фінішної обробки доцільно використовувати алмазне шліфування, а також шліфування ельборовими кругами. Це забезпечує незначне виділення тепла, що виключає структурні зміни поверхневого шару і нижчу шорсткість робочої поверхні. зносостійкість і втомна міцність при цьому підвищуються.

Іншим резервом підвищення довговічності сталевого і твердосплавного інструменту є його обробка на фінішних операціях різцями з полікристалічних надтвердих матеріалів (гексаном-Р, ельбор-Р, композит 05) замість шліфування і точіння твердосплавними різцями. Цим забезпечується підвищення мікротвердості, виникнення залишкових стискаючих напружень, відсутність дефектів, велика дисперсність структури обробленого поверхневого шару.

Раціональний вибір варіантів термічної, хіміко-термічної обробки інструменту нерозривно пов'язаний із загальною тенденцією вдосконалення термічної і хіміко-термічної обробки, що виявляється в підвищенні рівня автоматизації. Це забезпечує високу якість і високу стабільність стійкості.

Ефективним методом підвищення стійкості інструменту, наприклад зі сталі ШХ15, є циклічна термічна обробка (ЦТО). Сутність процесу в повторенні циклу гартування + одно- і багаторазові нагріви до температури нижче A_{c3} з подальшим різким охолодженням перед остаточною (традиційною) термообробкою. ЦТО дозволяє отримати дрібнозернисту, однорідну дисперсну структуру з високими механічними властивостями.

Для підвищення стійкості штампового інструменту гарячого деформування розроблена технологія диференційованого гартування. Технологія включає загальний нагрів до температур, що забезпечують необхідну твердість підстави штампа, наступний прискорений односторонній високотемпературний нагрів робочої гравюри з охолодженням в маслі. Перспективна термообробка інструменту в вакуумних установках з гартуванням в потоці захисного газу при підвищеному тиску, що забезпечує отримання виробів високої розмірної точності, неокисленим поверхневим шаром. Доцільна застосування індукційного нагріву для місцевої термообробки штампів гарячого штампування.

Новим напрямком удосконалення поверхневого гартування інструменту є гартування при імпульсному індукційному нагріві. Підвищенню стійкості кільцевих інструментів сприяє відпуск в напруженому стані. Перспективний метод гартування інструменту вибухом. Підвищення стійкості інструменту при обробці холодом, забезпечується зменшенням вмісту залишкового аустеніту, високою щільністю дисперсних карбідів в структурі, створенням в поверхневому шарі стискаючих напруг.

За допомогою хіміко-термічної обробки (ХТО) можна підвищити поверхневу твердість, зносостійкість, втомну міцність, корозійну стійкість, окалиностійкість деформуючого інструменту. Найбільш часто використовуються процеси ХТО, цементація, нітроцементація, азотування, борування, ціанування, оксидування і дифузійне хромування.

Цементація і нітроцементація застосовуються для підвищення зносостійкості інструменту з високолегованих сталей Х12М, ШХ15, 4Х5МФС, 3Х2У8Ф. Крім того, дані види ХТО застосовуються для обробки допоміжних деталей: напрямних колонок, втулок, пуансонотримачів і т.д.

Азотування застосовується для підвищення зносостійкості пресового інструменту, штампів об'ємної штамповки холодного і гарячого деформування після повного виготовлення. Азотування підвищує твердість, а також сприяє утворенню на поверхні залишкових стискаючих напружень. Азотована поверхня зберігає свою твердість після нагріву до $500...550^{\circ}\text{C}$.

Досить ефективним є іонне азотування, при якому нагрів деталі відбувається за рахунок бомбардування її поверхні іонами, прискореними в області катодного падіння потенціалу потужнострумовевого тліючого розряду.

Борування застосовується для підвищення стійкості витяжних, пробивних, вирубних штампів з сталей У8А, ШХ15, 5ХНМ, 7ХЗ, 40Х та ін. При цьому створюється висока мікротвердість 1800-2000 НV для вуглецевих, до 2500 НV для легованих сталей (ХВГ), до 2800 НV для сталей Х12М, Х12Ф1 і до 2800-3200 НV для швидкоріжучих. Твердість зберігається до 900°С. Підвищується також окалиностійкість. Недоліком борування є підвищена крихкість шару.

Оксидування виконують при 400-450 ° С після низькотемпературного ціанування, азотування або нітроцементації. Оксидування покращує зовнішній шар деталей і підвищує їх стійкість. Окисна плівка неміцно зчеплена з металом, її головна роль - захист від корозії при зберіганні інструменту.

Дифузійне хромування - остаточна операція, яка виконується після іонного азотування деталі. Хромуванню піддаються пуансони і матриці формозмінних штампів з вуглецевих сталей. При цьому поряд з підвищенням твердості і зносостійкості різко знижується (в 2-3 рази) коефіцієнт тертя. Слід зазначити, що на якість сильно впливає якість вихідної поверхні. У таблиці 13 наведені дані по товщині, мікротвердості і зносостійкості дифузійних шарів.

Зміцнення поверхні інструменту пластичним деформуванням підвищує втомну міцність, контактну витривалість і зносостійкість інструменту з твердих сплавів, загартованих сталей, з наплавленою поверхнею, зміцнених ХТО або іншими методами. В результаті поверхневого деформування підвищується твердість і міцність, створюються сприятливі залишкові напруги, зменшується шорсткість. Алмазне; ельборове і гексанітове виглажування застосовується для зміцнюючої обробки поверхонь пуансонів і виштовхувачів, рідше торцевих і корпусних поверхонь висадочних матриць. Для підвищення стійкості ковальських штампів, знос яких переважно викликаний стиранням робочої поверхні, рекомендується зміцнення обробкою дробом, а також гідродробеструйне зміцнення (для інструменту складної конфігурації).

Пробивні і висадочні матриці і пуансони, гнучкий і інший пресовий інструмент піддають електроіскровому зміцненню. Сутність процесу полягає в багаторазовій дії на поверхню деталі імпульсних електричних розрядів, що

викликають оплавлення невеликих ділянок поверхні. При цьому відбувається надшвидкісне гартування тонкого поверхневого шару; азотування - дисоціація азоту повітря з утворенням атомарного азоту, що з'єднується з матеріалом інструмента з утворенням нітридів; цементация - з'єднання вуглецю, що міститься в електроді, з матеріалом інструменту. Міцність і зносостійкість деталей після обробки значно підвищується, а ударна в'язкість і втомна міцність знижуються. Підвищується в кілька разів твердість, кавітаційна, теплова і ерозійна стійкість.

Лазерна обробка в основному використовується для поверхневого гартування інструменту, проте перспективи її застосування значно ширше. За допомогою лазерної технологічної установки імпульсної дії «Квант-16» зміцнюється робоча поверхня інструмента з загартованих сталей У8, ХВГ, 9ХС, Х125, Р6М5.

Одним з перспективних напрямків підвищення стійкості інструменту є його зміцнення зносостійкими покриття покриттів проводиться методом конденсації речовини з катодно-іонним бомбардуванням (метод КІБ) на установках «Булат» і «Пуск», а також методом осадження з газової фази. Методом КІБ наносяться різні за складом покриття. Найбільшого поширення набули покриття з нітриду і карбіду титану, рідше застосовуються покриття з нітриду і карбіду молібдену, цирконію, ванадію, ніобію і ін. Методом КІБ не можна зміцнювати внутрішні, приховані поверхні. Слід зазначити також високу початкову вартість устаткування і складність його експлуатації.

Таблиця 4.1 – Товщина, мікротвердість та знос на шляху тертя один кілометр дифузійних слоїв

Толщина δ (мм), микротвердость HV (ГПа) в диаметре на пути трения один километр (мм/км ²) диффузионных слоев													
Процесс	Режим на- сичения	Упрочняемые стали											
		45			5ХНМ			ТХ3			5Х3В3МФС		
		δ	HV	м	δ	HV	м	δ	HV	м	δ	HV	м
Барирование	900°C, 4 ч	170	18,0	62	140	19,7	60	135	19,7	55	50	20,2	50
Хромирование	1100°C, 6 ч	22	18,0	34	20	18,0	58	25	9,0	55	17	19,3	67
Цементация + закалка + отпуск (560°C)	900°C, 6 ч	950	3,5	592	800	4,8	302	600	5,0	237	350	5,5	100
Азотирование	320°C, 20 ч	400	4,0	605	350	7,0	290	350	6,5	298	250	10,0	140
Закалка + отпуск (360°C)	—	—	3,0	360	—	4,5	410	—	4,2	320	—	5,0	245

Методом осадження з газової фази наносяться покриття з карбідів хрому, титану, ніобію, ванадію, цирконію. Після покриття сталевий інструмент піддається зміцнюючій термообробці. Метод відрізняється простотою і невисокою вартістю застосовуваних пристроїв.

Перерахованими методами можуть наноситися одно-, дво- і багатошарові, комбіновані покриття товщиною від 3 до 20 мкм. Комбіновані покриття більш ефективні, ніж одношарові. Для оцінки ефективності методів зміцнення в таблиці 14 наведені дані стійкісних випробувань пробивних пуансонів зі сталі Р6М5.

Перспективним видом зміцнення деформуючого інструменту є іонна імплантація. Суть методу полягає у впровадженні азоту, кисню, бору, рідкоземельних і інших елементів в поверхневий шар деталі потоком іонів з енергією від кількох десятків до кількох сотень кілоелектроновольт. Обробка іонами на відміну від методу КІБ виконується при низькій температурі, що не викликає змін властивостей і розмірів оброблюваної деталі.

Таблица 4.2 – Результаты стійкісних випробувань пробивних пуансонів зі сталі Р6М5.

Результаты стойких испытаний пробивных пуансонов из стали Р6М5		
Вид упрочнения	Средняя стойкость при износе, тыс. шт.	Коэффициент повышения стойкости
Не подвергавшиеся упрочнению	24	1,0
Выглаживание эльбором	62	2,6
Покрытие Ti N на установке «Булат»	65	2,7
Выглаживание с гексанитом	50	2,1
Комбинированное покрытие на установке «Булат»	135	5,62
Лазерное упрочнение на установке «Квант-16»	62	2,6
Электронное упрочнение с электродом из TiC	7,2	3,0
Электронное упрочнение с электродом из WC	73	3,04

Застосування комплексного методу контролю і дослідження інструменту після обробки і зносу в основному направлено на вивчення властивостей приповерхневого шару. Оцінюються наступні характеристики: якість обробки інструменту, шорсткість поверхні, точність розмірів і геометричні похибки форми (овальність, гранність, хвилястість і т.д.), твердість, величина наклепу, залишкові напруги, мікроструктура, хімічний склад і деякі інші.

Контроль шорсткості поверхні після обробки і зносу проводиться за допомогою еталонів шорсткості; мікроскопа МИС-11, профілографа-профілометра заводу «Калібр», на приладі «Surtronic», а також безконтактними методами з використанням приладів, що працюють за методом світлового перетину, тіньової проекції, із застосуванням растрів і інтерференції світла.

Для контролю розмірів інструменту використовується метод мікрометражу і відповідні засоби: мікрометри, індикатори, оптіметри, граничні скоби, калібри, універсальні вимірювальні мікроскопи. Розширення прецезійного обробки інструменту викликає необхідність застосування активного контролю електронних вимірювальних пристроїв, лазерів, малих ЕОМ і т.п.

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Розрахунок собівартості річного випуску

Собівартість одного виробу розраховується в калькуляції за наступними калькуляційними статтями:

Стаття «Сировина і матеріали»

$$B_m = (m_{\text{заг}} \cdot \Pi_{\text{мат}}) \cdot (1 + K_{\text{тр}}), \quad (5.1)$$

де $m_{\text{заг}}$ – маса заготовки, кг;

$\Pi_{\text{мат}}$ – ціна одного кг. матеріалу заготовки, грн.;

$K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт який враховує витрати на транспортування матеріалу від постачальника до виробника, складає 0,02 за даними базового підприємства

$$B_m = (4,2 \cdot 90,54) \cdot (1 + 0,05) = 399,28$$

Стаття «Паливо і енергія на технологічні цілі»

$$B_{\text{ел}} = \frac{\sum (P \cdot T_o) \cdot K_{\text{в}} \cdot K_o}{y_c \cdot y_o} \cdot \Pi_{\text{ел}} \quad (5.2)$$

де P – встановлена потужність електродвигунів технологічного обладнання на якому оброблена задана деталь, кВт;

T_o – машинний час на операцію, хв.;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт одночасної роботи обладнання, 0,80;

K_o – коефіцієнт навантаження електродвигунів з урахуванням режиму роботи обладнання, 0,76;

y_c – 0,8;

y_o – ККД електродвигунів – 0,85;

$\Pi_{\text{ел}}$ – ціна 1 кВт/год електроенергії (1,46).

$$\sum (P \cdot T_o) = \frac{12 \cdot 1,16 + 11,5 \cdot 0,62 + 11 \cdot 16,87}{60} = 3,44$$

$$B_{ел} = \frac{3,44 \cdot 0,80 \cdot 0,76}{0,85 \cdot 0,8} \cdot 1,46 = 4,49$$

Зворотні відходи, $B_{відх.}$, грн.:

$$B_{відх.} = m_{від} \cdot C_{від}, \quad (5.3)$$

де $m_{відх}$ – маса відходів, кг;

$C_{відх}$ – ціна 1 кг відходів.

$$B_{відх.} = (4,2 - 3,05) \cdot 1,10 = 1,26$$

Стаття «Заробітна плата виробничих робітників»

Виконуємо розрахунки зарплати на одну оброблювану деталь по кожній операції. Результати розрахунків надаються у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок основної зарплати на одну деталь

Номер операції	Назва операції	Розряд робітника	Годинна тарифна ставка, грн.	Норма часу на 1 деталь, год.	Розцінка, грн.
15	Токарна з ЧПК	5	16,58	0,186	3,08
20	Плоско-шліфувальна	5	15,96	0,122	1,95
25	Комплексна з ЧПК	6	18,05	0,61	11,01
35	Слюсарна	5	16,58	0,095	1,58
Разом		5,25	16,79	1,013	17,62

Визначення середньої годинної тарифної ставки основних робітників, $C_{г.сер.о.}$, грн.:

$$C_{г.сер.о.} = \frac{C_{г.1} \cdot T_1 + C_{г.2} \cdot T_2 + \dots + C_{г.6} \cdot T_6}{T_{о.1} + T_{о.2} + \dots + T_{о.6}}, \quad (5.4)$$

де $C_{г.1}, C_{г.2}, \dots, C_{г.6}$ – ставка годинна тарифна п'ятого, шостого розрядів робітників відрядників, грн.

$$C_{з.сер.о.} = \frac{16,58 \cdot 2 + 15,96 \cdot 1 + 18,05 \cdot 1}{4} = 16,79$$

Основна заробітна плата основних виробничих робітників, $З_{осн}$, грн.:

$$\begin{aligned} З_{осн} &= \sum Розцінок \\ З_{осн} &= 17,62 \end{aligned} \quad (5.5)$$

Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників $З_{дод}$, грн.:

$$З_{дод} = З_{осн} \cdot K_{дод}, \quad (5.6)$$

де $K_{дод}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати (0,45).

$$З_{дод} = 17,62 \cdot 0,45 = 7,93$$

Стаття «Єдиний соціальний внесок», ЄСВ, визначається за формулою, грн.:

$$ЄСВ = (З_{осн} + З_{дод}) \cdot K_{ЄСВ}, \quad (5.7)$$

де $K_{ЄСВ}$ – коефіцієнт єдиного соціального внеску.

$$ЄСВ = (17,62 + 7,93) \cdot 0,39 = 9,96$$

Стаття «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання», $В_{у.е.о.}$, грн.:

$$В_{у.е.о.} = З_{осн} \cdot K_{В.у.е.о.}, \quad (5.8)$$

де $K_{В.у.е.о.}$ – коефіцієнт витрати на утримання та експлуатацію обладнання, (приймаємо 1,15).

$$В_{у.е.о.} = 17,62 \cdot 1,15 = 20,26$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» $B_{з.в.}$, грн.:

Загально виробничі витрати визначаються за формулою:

$$B_{з.в.} = Z_{осн} \cdot K_{в.з.в.}, \quad (5.9)$$

де $K_{в.з.в.}$ – коефіцієнт загальновиробничих витрат (приймаємо 1,28).

$$B_{з.в.} = 17,62 \cdot 1,28 = 22,55$$

Розрахунок виробничої собівартості, $C_{вир.}$, грн.:

$$C_{вир.} = B_{м} + B_{ел} - B_{відх} + Z_{осн} + Z_{доо} + ЄСВ + B_{у.е.о.} + B_{з.в.}, \quad (5.10)$$

$$C_{вир.} = 399,28 + 4,49 - 1,26 + 17,62 + 7,93 + 9,96 + 20,26 + 22,55 = 480,83$$

Стаття «Адміністративні витрати (загальногосподарські)» $B_{адм}$, грн.

Адміністративні витрати розраховуються за формулою:

$$B_{адм} = Z_{осн} \cdot K_{адм}, \quad (5.11)$$

де $K_{адм}$ – коефіцієнт адміністративних витрат (приймаємо 2,3).

$$B_{адм} = 17,62 \cdot 2,3 = 40,53$$

Стаття «Витрати на збут».

Витрати на збут, $B_{зб}$, розраховуються за формулою, грн.:

$$B_{зб} = C_{вир} \cdot K_{в.зб.}, \quad (5.12)$$

де $K_{в.зб.}$ – коефіцієнт витрат на збут (приймаємо 0,02).

$$B_{зб} = 480,83 \cdot 0,02 = 9,62$$

Розрахунок повної (загальної) собівартості одного виробу, $C_{вир}$, грн.:

$$C_{заг} = C_{вир} + B_{зб} + B_{адм} \quad (5.13)$$

$$C_{\text{заг}} = 480,83 + 40,53 + 9,62 = 530,98$$

Розрахунки наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Калькуляція річної програми випуску «Пуансона»

Найменування статей	Сума, грн.	Річний обсяг, шт	Річні витрати, грн
Сировина і матеріали	399,28	100	39928,00
Паливо та енергія на технологічні цілі	4,19	100	449,00
Зворотні відходи (вираховуються)	1,26	100	126,00
Основна заробітна плата основних робітників	17,62	100	1762,00
Додаткова заробітна плата виробників	7,93	100	793,00
Єдиний соціальний внесок	9,96	100	996,00
Витрати на утримання та експлуатацію машин та устаткування	20,26	100	2026,00
Загально виробничі витрати	22,55	100	2255,00
Виробнича собівартість	480,83	100	48083,00
Адміністративні витрати	40,53	100	4053,00
Витрати на збут	9,62	100	962,00
Повна (загальна) собівартість	530,98	100	53098,00

Отже, повна собівартість деталі «Пуансон» складає 530,98 грн., а загальні річні витрати на випуск партії складають 53098,00 грн.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема магістерського проекту "Удосконалення базового технологічного процесу деталі «Пуасон» шляхом використання сучасного металорізального обладнання", тому нижче розглянемо заходи з охорони праці, виробничої санітарії та гігієни праці, пожежної безпеки на ділянці механічного цеху, відповідно до методичних вказівок.

На підставі аналізу роботи існуючого устаткування і технологічних процесів механічної дільниці, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) "ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники. Класифікація", виявлені наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники, здатні привести до травм і погіршення здоров'я працівників і завдати шкоди довкіллю :

1. Механічні травми, внаслідок організаційних причин:

а) нераціонального планування робочого місця;

б) захаращення заготівками і деталями робочого місця;

в) ушкодження шкірного покриву рук гострими кромками, задирками на поверхні заготовок, інструменту, устаткування, відходів при роботі без рукавиць.

г) Під час токарної обробки деталей можливе травмування очей пиловими частками або стружкою, що відлітає в процесі обробки матеріалів. Причини травматизму - порушення технологічного процесу та робота без захисних окулярів або щитків для захисту обличчя.

2. Поразка електрострумом, у зв'язку з невиконанням правил техніки безпеки при використанні електроустаткування, відсутності захисного заземлення.

3. Кістково-м'язові порушення, у зв'язку з довгим статичним навантаженням, яке призводить до стомлення, порушення координації рухів, збільшенню помилок, травм (соціальні причини).

4. Нервово-емоційне навантаження, у зв'язку із стресовими ситуаціями, які можуть привести до захворювання загального невротичного характеру і нервовим зривам.

5. Санітарно-гігієнічні причини:

а) незадовільне освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з виходом з ладу освітлювального устаткування, що може привести до втоми очей;

б) втома очей внаслідок пульсації світлового потоку від ламп типу ДРЛ, яка впливає на погіршення зору при управлінні технологічним процесом і устаткуванням;

в) підвищена запиленість в зоні дихання, за відсутності засобів захисту, при обробці деталей із титанових сплавів може викликати захворювання дихальних шляхів (титан належить до четвертого класу шкідливості та викликає подразнення дихальних шляхів);

г) підвищений рівень шуму може привести до дратівливості, збільшення помилок;
 д) вібрація (локальна) на руки, яка може привести до віброзахворювань;
 е) роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів можуть викликати мастильно-охолоджувальні технічні засоби (МОТЗ) при порушенні правил безпеки. Аерозоль нафтових олій, які входять до складу СОТС, може також привести до зниження імунобіологічних реакцій.

6. Психофізіологічні шкідливі чинники:

а) фізичне перевантаження при установці, закріпленні і зніманні великогабаритних деталей;

б) монотонність роботи.

7. Незадовільних параметрів мікроклімату робочого місця, у зв'язку з відсутністю або неправильною роботою засобів забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату, що може привести до загальних захворювань.

8. Вірогідність пожежі у зв'язку з несправністю електричного устаткування, не дотримання або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом.

9. Неправильних дій персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, що може привести до травмування і загибелі людей.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Небезпека ураження електричним струмом при використанні верстатів, приладів з'являється при недотриманні заходів безпеки, а також при відмові або несправності цього обладнання. Наслідки ураження електричним струмом залежать від багатьох факторів: опору організму, величини, тривалості дії, роду і частоти струму, шляхів його проходження через життєво важливі органи, умов зовнішнього середовища.

Категорія приміщення, відповідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» - підвищеної небезпеки (сухе – відносної вологості не більше 60%, металевий пил в повітрі, температура до 30°C, залізобетонна підлога).

Для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам: ПУЕ («Правила устрою електроустановок») і ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору захисного заземлення електрообладнання приміщення – 4 Ом; НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок».

Відповідно до вимог ПУЕ в електроустаткуванні застосовують такі системи засобів: захисне заземлення ізоляції токоведучих частин, захисне відключення, напруга (до 42 В) для переносного освітлення і роботи

електроінструменту, повна недоступність працівників до неізольованих проводів.

Відповідно до вимог ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» обладнання має подвійну ізоляцію: робочу – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустаткування, що забезпечує її нормативну роботу та захист від ураження електричним струмом; додаткову ізоляцію – для захисту від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції.

Для попередження електротравматизму усе електричне устаткування і інструменти заземлені відповідно до ДСТУ EN 60204-32:2018 «Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1» і перевіряється один раз в 6 місяців. При цьому проводиться зовнішній огляд, перевіряється робота на неодруженому ході не менше 5 хв., вимірюється опір ізоляції, перевіряється справність ланцюга заземлення.

При використанні електроінструменту передбачені засоби індивідуального захисту від поразки струмом (спеціальні гумові рукавички і спеціальні гумові килимки). Робітники забезпечені раціональним спецодягом (халат х/б, рукавички х/б) і спеціальним взуттям.

Безпека технологічного устаткування забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів і робочих процесів і відповідає «Технічному регламенту безпеки машин». Обладнання не створює небезпеки для людей під час встановлення, налагодження, експлуатації та обслуговування згідно з передбачуваними умовами та технологічними вимогами. З метою уникнення ризиків травмування робітників під час обробки деталей рухомі частини виробничого обладнання огорожені та мають інші види засобів захисту відповідно ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож».

Внутрішнє планування цеху розроблене відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення».

Вибраний спосіб планування верстатів на ділянці механічного цеху відноситься до прямого – в порядку технологічних операцій.

При розробці планування передбачається організація проходів, що забезпечують вільний доступ до усіх робочих місць і які є шляхами евакуації власного складу на випадок надзвичайної ситуації.

Відстані між верстатами забезпечують безпечну роботу і обслуговування устаткування і залежать від габаритів верстатів.

Площа і об'єм виробничої ділянки забезпечує виконання вимог мінімального об'єму 15 м³ на одного робітника і мінімальні норми виробничій площі 4,5 м² на одного робітника і відповідає вимогам ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення». Передбачені місця для збору та утилізації промислових відходів. Плануванням безпосередньо біля робочого місця передбачені місця для зберігання тари із заготовками і готовою продукцією, стелажі для зберігання технологічної документації і інструменту. Для роботи сидячи робоче місце оператора має стілець з регульованим нахилом спинки і заввишки сидіння.

На кожному робочому місці є дерев'яні ґрати на всю довжину робочої зони, і шириною не менше 0,6 м від частин верстата, що виступають. Зручне розташування інструменту і пристосувань в тумбочках, а заготовок в спеціальній тарі. Використання планшетів для креслення дозволяє понизити втому і виробничий травматизм.

Звільнена тара має бути видалена з робочого місця в спеціально відведене для неї місце. Висота штабелів заготовок на робочому місці вибрана з урахуванням їх стійкості і зручності зняття з них деталей. Вона дорівнює 0,7 м; ширина між штабелями 0,8 м.

Крім того, безпека праці забезпечується:

- використанням в конструкціях технологічного устаткування спеціальних захисних засобів;
- дотриманням ергономічних вимог відповідно ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування»;
- включенням вимог безпеки в технічну документацію по монтажу, експлуатації, ремонту устаткування.
- застосуванням знаків безпеки для попередження про небезпеку відповідно до «Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 р. № 1262 (Офіційний вісник України, 2009 р., № 92, ст. 3118).

Передбачено обгороджування частин верстатів, що рухаються та представляють небезпеку для людини, відповідно ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож». Захисні пристрої не погіршують стеження за роботою устаткування і максимально захищають від проникнення небезпечних і шкідливих чинників в робочий простір.

Верстат відключається від мережі при зміні робочого інструменту, установці насадок і регулюванні; при перерві в роботі; після закінчення роботи або зміни. Гальмування двигунів після останову приводу здійснене за рахунок кінематичного тертя, тобто мимоволі.

На усіх металорізальних верстатах дільниці є блокування дверей силового устаткування і верстатів з вимикачем струму, щоб при включеному положенні не можна було відкрити дверці, а при відкритих дверцях – не можна було включити устаткування (ДСТУ EN ISO 14119:2017 «Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування та вибору»).

Блокуючі пристрої виконують фіксацію робочих частин устаткування у відповідному робочому або неробочому положенні. При автоматичному управлінні устаткуванням без участі оператора спрацьовує автоматична сигналізація (звукова або візуальна), яка оповіщає про небезпеку. Передбачені сигнальні знаки "блискавка" на усіх дверцях, кришках, кожухах

електроапаратури і чіткі написи, що не стираються, "заземлення" на верстаті біля виведення заземлення.

Матеріали, що використані в конструкціях устаткування, не є шкідливими, а ті елементи, з якими безпосередньо контактує людина, не мають гострих кутів, країв, нерівних, гарячих або переохолоджених поверхонь. Для попередження негативного впливу змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР) і технологічних мастил (ТМ) в технологічному процесі передбачено застосування тільки речовин, що відповідають вимогам узгодженої з санітарно-епідемічною службою нормативно-технічною документацією. В інструкціях по експлуатації зазначені хімічні сполуки, що підлягають обов'язковому контролю, наприклад, аерозоль масла, оксид вуглецю, триетаноламін, нітрит натрію, формальдегід, та визначені можливі супутні газовиділення. Металообробне устаткування, при роботі на якому використовується ЗОР, забезпечене місцевими витяжними пристроями типу вентилязованих укриттів зони обробки металів (панелей рівномірного всмоктування). Наявність блокуючих пристроїв забезпечує одночасний пуск устаткування та місцевої витяжної вентиляції. Для захисту шкірного покриву від дії ЗОР працюючі забезпечені засобами індивідуального захисту та дерматологічними захисними засобами (профілактичні пасти, мазі, креми).

З метою зменшення важкої фізичної праці та запобігання травматизму в умовах серійного виробництва передбачено механізоване переміщення вантажів, масою понад 20 кг та на відстань понад 25 м, що відповідає вимогам НПАОП 63.11-7.02-87 ОСТ 113.18-014-87 «ССБТ. Роботи вантажно-розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки». На проектуємій ділянці передбачено застосування кран-балки, яка призначена для транспортування пристосувань, переміщення тари з партією заготовок або деталей від верстата до верстата. Кран-балка з дистанційним (за допомогою пульта) керуванням. Перевагою дистанційного керування є можливість здійснення постійного візуального контролю за переміщенням вантажу, а перебування працівника в безпечній зоні, що гарантує його особисту безпеку. Попереджувальні надписи про вантажопідйомність крана і його роботу відповідають вимогу Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 р. № 1262 (Офіційний вісник України, 2009 р., № 92, ст. 3118). Також враховано, що вантажопідйомність кран-балки на 10-20% вища ніж маса вантажу, що підіймається.

Для всіх працівників необхідним є проходження навчання відповідно вимог, що зазначено в НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Також обов'язковим є проходження медичного огляду один раз на два роки, а для окремих категорій робітників і один раз на рік, за рахунок роботодавця відповідно Наказ міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій».

Таким чином кожен працівник повинен дотримуватися заходів з охорони праці, до яких належать дотримання правил техніки безпеки та особистої гігієни, дотримання виробничої дисципліни і правил внутрішнього розпорядку, утримання в чистоті і порядку робочого місця, дотримання місцевих виробничих інструкцій, застосування індивідуальних захисних засобів та вміння надати першу медичну допомогу при невідкладних станах.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, труднощі і напруженості трудового процесу".

У відповідності ДСанПиН 173-96 "Державних санітарних правил планування і заселення населених пунктів" за наявності шкідливих виробничих чинників встановлюємо четвертий клас виробництва.

Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху визначаються за ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року, передбачено облаштування системи опалювання, поєднаної з припливною вентиляцією, відповідно ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень". Встановлені опалюючі повітряні завіси біля входу. Застосована центральна система водяного опалювання.

У теплий період часу передбачена природна і механічна вентиляція з поданням повітря на робітника 20 м³/годину.

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці згідно ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень". При категорії робіт середньої тяжкості температура повітря 17-23⁰С, відносна вологість 75%, швидкість повітря 0,1-0,3 м/хв., температура повітря на робочому місці 13-24⁰С.

Природного освітлення недостатньо для забезпечення нормальної освітленості робочої зони. Для робочого загального освітлення застосовані в якості джерела світла газорозрядні лампи, які щоб уникнути стробоскопічного ефекту підключені на різні фази електромережі. На робочих місцях встановлено місцеве освітлення. Норми освітленості робочих місць визначені ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" залежать від характеристики робіт. Розрахуємо загальне освітлення на механічній дільниці методом світлового потоку з метою забезпечення комфортної та безпечної роботи

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не перевищує гранично допустимих концентрацій, вказаних за ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень" за рахунок застосування загальної припливно-витяжної вентиляції.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку" рівень звуку на робочих місцях не повинен

перевищувати 80 дБа. Так як у механічному цеху рівень шуму лежить в межах норм (<80дБ), застосування індивідуальних засобів захисту і спеціальні заходи не передбачені. При цьому рекомендується перевірка робочих місць і устаткування для встановлення рівня шуму мінімально один раз впродовж року.

Додатковими засобами для забезпечення техніки безпеки є використання робітниками індивідуальних засобів захисту відповідно до ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація». Допустимі рівні ультразвуку в зонах контакту рук і інших частин тіла оператора з робочими органами приладів і установок не перевищують 110 дБ. Для захисту від цієї небезпеки передбачений екран між працівником і установкою, в якості індивідуального захисту працівників навушники.

Рівень вібрації не перевищує значення 25 кГц (ССБТ і ДСН 3.3.6.039-99 "Державні норми виробничої загальної і локальної вібрації"), для цього на кожному робочому місці передбачені спеціальні прокладення під ніжки.

Згідно ГОСТ 12.1.012-90 методів віброзахисту за організаційними ознаками діляться на колективні і індивідуальні.

Колективні методи віброзахисту передбачають такі заходи:

- зменшення вібрації в джерелах її виникнення – усі деталі верстатів і агрегатів, що рухаються, ретельно урівноважені, а для зменшення динамічних сил, які створюють вібрації, деталі змащуються;
- зменшення параметрів вібрації на шляхах її поширення від джерела збудження;
- організаційно-технічні – планово-запобіжний ремонт і контроль за вібраційними параметрами;
- гігієнічні і лікувально-профілактичні.

До засобів індивідуального віброзахисту відносяться рукавиці, що віброгасять, і спеціальне взуття – ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація».

Рівень електромагнітних полів контролюється і визначається перепадом потенціалів на робочому місці. Різниця в перепадах зон які контролюються встановлюється 1 кВ/м (для магнітного поля частотою 50 Гц). Рівень напруженості магнітного поля частотою 50 Гц при постійній дії не повинен перевищувати 1,4 кА/м упродовж робочого дня. Час перебування людини в магнітному полі напруженістю більше 1,4 кА/м регламентується відповідно до ДСанПиН 3.3.6-096-2002 "Державні санітарні норми при роботі з джерелами електромагнітних полів".

Для вимірів в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц використовуються прилади, призначені для визначення середніх значень щільності потоку енергії, з погрішністю 40% в діапазоні частот 300 МГц – 2 ГГц і 30% в діапазоні частот зверху 2 ГГц.

Відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 "Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю" виміру напруженості і щільності потоку енергії ЕМП проводяться не рідше за один раз в рік, а також в наступних випадках:

- при введенні в дію нових установок;

- при внесенні змін до конструкції, розміщення і режиму роботи діючих установок;
- в час і після проведення ремонтних робіт, які супроводжуються зміною випромінюваної потужності;
- при внесенні змін до засобів захисту від ЕМП;
- при організації нових робочих місць.

Виміру напруженості або щільності потоку енергії ЕМП допускається не проводити у випадках, якщо установка не працює в режимі випромінювання на відкритий хвилевід, антену або інший елемент, призначений для випромінювання ЕМП в довкілля, і її номінальна потужність, згідно з паспортними даними, не перевищує:

- 2,5 Вт в діапазоні частот від 60 кГц до 3 МГц;
- 400 мВт в діапазоні частот понад 3 МГц до 30 МГц;
- 100 мВт в діапазоні частот понад 30 МГц до 300 ГГц.

На території проекрованої ділянки повною мірою забезпечений захист персоналу від дії електромагнітних полів згідно ДСанПиН 3.3.6-096-2002, ДСН 476-2002 "Державні санітарні норми при роботі з джерелами електромагнітних полів", ДСН 476-2002 "Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів". Засоби захисту використовуються при усіх видах робіт узгоджено ДСанПиН 3.3.6-096-2002 з дотриманням усіх норм і правил.

На спроектованій ділянці і в цеху не використовуються радіоактивні речовини, а також прилади, випромінюючі рентгенівські, іонізуючі і інші небезпечні випромінювання відповідно до норм НРБУ- 97 "Норми радіаційної безпеки України".

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи по пожежній безпеці виконані відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

На випадок виникнення пожежі в цеху забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Двері, призначені для евакуації, відкриваються в сторони виходу з будівлі. Переходи, проїзди, евакуаційні виходи передбачені відповідно до вимог згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого виходу без обмежень.

Для миття і знежирення устаткування, виробів і деталей, застосовуються негорючі технічні миючі засоби, а також безпечні в пожежному відношенні установки і способи. Механізми для самозакривання протипожежних дверей утримуються в справному стані. Вогнеперегоржувачі пристрої після закінчення робочого дня закриваються. Регулярно перевіряється справність вогнеперегоржувачів і робиться чистка їх вогнегасячих насадок, а також справність мембранних хлипаків. Терміни перевірки вказані в цеховій інструкції.

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 небезпекою» та СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» механічна дільниця відповідає категорії «Д» з пожежної небезпеки – наявність незаймистих речовини і матеріали в холодному стані.

Згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» механічний цех має II ступінь вогнестійкості.

Клас пожежонебезпечної зони відповідно до ПОЕ – клас П-III. При розміщенні в приміщеннях або на відкритому повітрі поодинокого пожежонебезпечного технологічного устаткування, якщо спеціальні заходи проти поширення пожежі не передбачені, зона в межах до 3м по горизонталі і вертикалі від цього устаткування вважається пожежонебезпечною.

На дільниці встановлені три пожежні крани з рукавами і брансбойтами. На території цеху передбачені пожежні щити (з розрахунку – один щит на площу 5000 м²), в них розміщені: вогнегасники ОУ- 5 – 3 шт; ящик з піском – 1 шт; покривало з теплоізолюючого матеріалу, що не згорає – 1 шт; багри – 3 шт; лопати – 2 шт; сокири – 2 шт; ломы – 2 шт.

Вуглекислотний вогнегасник призначений для гасіння тільки електроустановок. У електроустановках передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

- усі іскристі частини устаткування вкладені в пилонепроникні ковпаки;
- силова розводка виконана схованою в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від короткого замикання.

У складському господарстві передбачаються наступні заходи пожежної безпеки :

- чітка організація зберігання матеріальних цінностей, забезпечення вільного доступу до стелажів;
- суворе дотримання правил спільного зберігання матеріалів, хімікатів;
- оснащення складів пожежною сигналізацією і засобами індивідуальної пожежогасінні.

Проектом передбачено облаштування пожежної сигналізації на механічних дільницях і в допоміжних приміщеннях цеху, з урахуванням 1 оповісник на 65 м² площі, який замикається на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Для захисту від блискавок передбачені громовідводи. З метою захисту від статичної електрики на ділянках промивання передбачені заземлення неструмопровідних електропровідних частин устаткування. Металеві повітропроводи встановлюються через кожні 40-50 м. Застосовують також зволоження повітря до 60-70%, що дозволяє понизити електризацію матеріалу.

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

6.5.1 Аварії на радіаційно-небезпечних об'єктах.

Об'єкти, на яких використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні, хімічні й біологічні речовини, пожежовибухові, гідротехнічні й транспортні споруди, транспортні засоби, а також інші об'єкти, що створюють загрозу виникнення НС є потенційно небезпечними об'єктами. Особливу небезпеку для людей і навколишнього середовища становлять радіаційно небезпечні об'єкти (РНО). До РНО належать: атомні електростанції (АЕС), підприємства з виготовлення і переробки ядерного палива, підприємства поховання радіоактивних відходів, науково-дослідні організації, які працюють з ядерними реакторами; ядерні енергетичні установки на об'єктах транспорту та ін.

В Україні діють 5 атомних електростанцій з 16 енергетичними ядерними реакторами, 2 дослідних ядерних реактори та більше 8 тис. підприємств і організацій, які використовують у виробництві, науково-дослідній роботі та медичній практиці різноманітні радіоактивні речовини, а також зберігають і переробляють радіоактивні відходи.

З усіх можливих аварій на РНО найбільш небезпечними є радіаційні аварії на атомних електростанціях з викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

Радіаційні аварії - це аварії з викидом радіоактивних речовин або іонізуючих випромінювань за межі, непередбачені проектом для нормальної експлуатації радіаційно небезпечних об'єктів, у кількостях понад установлену межу їх безпечної експлуатації.

Потенційною небезпекою для України є можливі аварії на АЕС інших держав з викидом радіоактивних речовин.

При аваріях на АЕС можуть бути пошкодження конструкцій, технологічних ліній, пожежі, викиди в навколишнє середовище радіоактивних речовин. У 1998 р. на АЕС було 44 надзвичайних подій об'єктового характеру.

Прогноз і оцінювання радіаційної обстановки передбачають два види можливих аварій: гіпотетична аварія і аварія з руйнуванням реактора.

Гіпотетична аварія - це аварія, для якої проектом не передбачаються технічні заходи, що забезпечують безпеку АЕС. Може утворитись небезпечна радіаційна обстановка при викиданні в атмосферу радіоактивних речовин, що може призвести до опромінення населення;

Аварія з повним руйнуванням ядерного реактора може відбутися в результаті стихійного лиха, вибуху боєприпасів, падіння повітряного транспорту на споруди АЕС та ін. Така аварія може бути з розривом трубопроводів із теплоносієм, ушкодженням реактора і герметичних зон, виходом з ладу систем керування і захисту, що може призвести до миттєвої втрати герметичності конструкцій реактора, сплавлення тепловидільних елементів і викиду радіоактивних речовин з парою в навколишнє

середовище, можливе розкидання радіоактивних осколків, уламків конструкцій паливних елементів.

З моменту зруйнування реактора до його накриття проходить тривалий час, який розділяють на 3 етапи - ранній, проміжний і відновний.

1. Ранній - від моменту аварії до кількох годин після її початку.

2. Проміжний - від кількох годин до кількох діб після початку аварії. Більша частина викиду вже відбулася і радіоактивні речовини в основному вже осіли на поверхні ґрунту.

3. Відновний - характеризується поступовою відміною введених раніше засобів захисту і прийняттям рішень пов'язаних з поверненням людей до нормального способу життя.

В результаті аварії на АЕС при викиді радіонуклідів в атмосферу утворюється хмара або факел. В процесі її поширення відбувається розсіювання радіоактивних продуктів, що в ній містяться. Це зумовлює зовнішнє опромінення населення від хмари (факелу), а також надходження радіонуклідів в організм за рахунок вдихування радіоактивних аерозолів.

Осідання радіоактивних аерозолів з хмари (факелу) на поверхню землі і відкриті водоймища створює радіоактивне забруднення цих середовищ, а також людини. Це призводить до зовнішнього опромінення від радіоактивних продуктів, що осіли на ґрунт, а також контактного опромінення за рахунок радіоактивного забруднення одягу та відкритих ділянок тіла. В подальшому радіонукліди включаються в обмінні процеси, що призводить до їх нагромадження в організмі і наступної міграції харчовими ланцюгами.

Основні фактори, що визначають радіаційну ситуацію при ядерній аварії на АЕС наступні:

характер надходження радіоактивних речовин в навколишнє середовище;

загальна кількість радіоактивних речовин, що потрапили в навколишнє середовище;

радіонуклідний склад аварійного викиду;

метеорологічні умови в момент радіоактивного викиду (напрямок, швидкість вітру, опади);

віддаль від джерела аварійного викиду до населених пунктів;

гідрогеологічні і ґрунтові характеристики місцевості, їх рельєф;

характер сільськогосподарського використання території, яка зазнала радіоактивного забруднення;

умови водопостачання і харчування населення, характер його трудової діяльності;

щільність населення і характер забудови території, що зазнала впливу радіоактивних опадів;

час, що пройшов з моменту радіаційної аварії.

Масштаби і характер викидів радіонуклідів в значній мірі визначається конструктивними особливостями АЕС, її потужністю, особливістю

руйнування будівельних конструкцій, захисної оболонки та ін. факторами, що сильно утруднює задачу прогнозування наслідків аварій.

Тому, розробку заходів із захисту людей в районах розміщення АЕС потрібно проводити на основі розрахунку на найважчий варіант перебігу і розвитку аварії. У відповідності з таким варіантом в атмосферу може бути викинуто до 100 % благородних газів, йоду, цезію і телуру, 10-30 % стронцію і до 3 % таких ізотопів, як рутеній і лантан. Загальна активність викиду при аварії може досягти 10 % від загальної активності реактора на момент його зупинки або руйнування.

Радіаційні аварії на АЕС можуть супроводжуватись як одноразовим (короткочасним) так і багаторазовим (тривалим) викидом радіонуклідів в навколишнє середовище.

При одноразовому викиді радіонуклідів в атмосферу, як правило, потрібний радіаційний захист населення в напрямку руху радіоактивної хмари.

При багаторазових і тривалих викидах радіоактивному забрудненню може піддаватись значна територія. Найбільша кількість радіонуклідів викидається протягом перших годин. Потім можуть бути повторні викиди, але вони, як правило, менш значні. В такій ситуації потрібно провести крупно масштабні заходи з радіаційного захисту населення.

Поширення газоаерозольних сумішей при аваріях на АЕС може привести до ураження незахищеного населення на віддалі до 20-30 км. Окремі вогнища радіоактивного забруднення місцевості можуть відмічатися на віддалі до 80 км і більше.

Біологічна дія викинутих з реактора радіонуклідів різна і зумовлена з одного боку, їх фізичними властивостями (вид і енергія випромінювання, період піврозпаду), а з другого - їх біологічними особливостями (величина резорбції, характер розподілу в організмі та ін.).

Виходячи з цього, розробку заходів захисту населення в районах розміщення АЕС необхідно проводити на основі розрахунків на найважчий варіант розвитку аварії. При такому варіанті в атмосферу може бути викинуто до 100 % благородних газів, йоду, цезію і телуру, 10-30 % стронцію і до 3 % рутенію і лантану. На момент аварійного зупинення або руйнування реактора загальна активність викиду радіонуклідів може становити до 10% загальної активності реактора.

На території України розташовано понад 8000 різних установ і організацій, діяльність яких призводить до утворення радіоактивних відходів (РАВ). Виробниками і місцями концентрації радіоактивних відходів є:

- 1) АЕС (накопичено 70 тис. м³ РАВ);
- 2) уранодобувна і переробна промисловість (накопичено 65,5 млн м³ РАВ);
- 3) медичні, наукові, промислові та інші підприємства і організації. Збирання, транспортування, переробку і тимчасове зберігання радіоактивних відходів та джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ)

від цих підприємств і організацій незалежно від їх відомчої підпорядкованості здійснює Українське державне об'єднання "Радон" (накопичено 5 тис. м³ РАВ);

4) зона відчуження Чорнобильської АЕС (понад 1,1 млрд м³ РАВ).

Всі підприємства і організації (крім АЕС) незалежно від відомчої належності передають радіоактивні відходи на міжобласні спеціалізовані комбінати (МСК) державного об'єднання "Радон", яке має у своєму складі 6 спецкомбінатів: Київський, Львівський, Донецький, Дніпропетровський, Одеський і Харківський. Львівський, Харківський, Одеський і Дніпропетровський спецкомбінати приймають і ховають низько- і середньоактивні радіоактивні відходи. Донецький спецкомбінат не має вільних сховищ для зберігання та поховання РАВ. Київський комбінат може приймати для тимчасового зберігання відходи низької та середньої активності.

На Київському і Харківському державних міжобласних спеціалізованих комбінатах через недосконалі конструкції старих сховищ для радіоактивних відходів виникло забруднення підземних вод поза межами сховищ радіонуклідами тритію. Причиною поширення радіонуклідів поза межами сховищ РАВ, у тому числі законсервованих, є недосконалість конструкції сховищ. Міграція радіонуклідів зі сховищ відбувається внаслідок порушення гідроізоляції. У сховищах радіоактивних відходів і джерел іонізуючого випромінювання накопичується вода, яка проникає з атмосферними опадами та утворюється внаслідок конденсації.

На території України розташовані 2 дослідні реактори (у Києві та у Севастополі) та одна критична збірка (в Харкові), яку на цей час зупинено. Можливі аварії на цих реакторах з радіоактивним забрудненням є загрозою насамперед містам, у яких вони розташовані. Небезпекою є й те, що реактори знаходяться в зоні польотів повітряного транспорту. На Київському реакторі були аварії у 1968, 1969 і 1970 рр.

У 1968 р. у навколишнє середовище було викинуто 40 кюрі радіоактивного йоду, що перевищувало допустиму норму в 400 разів. 4 лютого 1970 р. у результаті аварії на реакторі було опромінено 17 осіб.

Важливим завданням є поховання джерел іонізуючого (гамма-та нейтронного) випромінювання (ДІВ) тільки у спеціалізованих сховищах шляхом безконтейнерного розвантаження джерел (в Україні ДІВ ховають здебільшого у захисних контейнерах), а також необхідно переховати тверді радіоактивні відходи зі сховищ.

Потребують особливої уваги як потенційно небезпечні об'єкти і підприємства з видобутку і переробки уранових руд, розташованих у Кіровоградській, Миколаївській та Дніпропетровській областях. Видобування уранової руди головним чином проводиться на Жовтоводському, Смолінському та Кіровоградському рудниках. Новокосянтинівське, Давлатівське та Братське родовища (Дніпропетровська

та Миколаївська області), передані для промислового виробництва, декілька років не експлуатуються.

Для отримання закису-окису урану проводиться переробка уранових руд на гідрометалургійному заводі ВО СГЗК, що розташований у промзоні міста Жовті Води Дніпропетровської області. Характерним для уранодобування є те, що майже всі його відходи є джерелами радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

У сільському господарстві, в медицині, промисловості й наукових досліджах використовуються ДІВ. В Україні є близько 8000 підприємств та організацій (тільки в Києві близько 400), які використовують понад 100 тис. джерел іонізуючого випромінювання.

Експертами Міжнародного Агентства з атомної енергії та Агентства з ядерної енергетики Організації економічного співробітництва та розвитку створена міжнародна школа ядерних подій, яка використовується для оперативного та узгодженого оповіщення про значення з погляду безпеки подій на ядерних установах.

Висновки

Таким чином, охорона праці це - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Недотримання правил и вимог нормативно-правових актів та законів України може призвести до негативних наслідків, травмуванню або погіршенню здоров'я фахівців, появі професійних захворювань, втраті працездатності працівника.

ВИСНОВОК

В ході виконання дипломної роботи було розроблено новий маршрут обробки деталі, який суттєво відрізняється від базового технологічного процесу виготовлення деталі «Пуансон». Нова технологія є більш вдосконалена та економічно ефективніша. На це вплинув вибір метод отримання заготовки; вибір сучасного і прогресивного металорізального обладнання та підбір для нього оптимальних режимів різання. Режими різання та нормування операцій були назначені по рекомендаціям нормативних документів.

Спецзавдання виконане на тему «Вибір сучасного металорізального обладнання».

У розділі охорони праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки «Пуансона» с точки зору безпеки проведення робіт, розроблені заходи для запобігання виробничих травм та нещасних випадків.

Розроблений альбом технологічної документації згідно норм ЄСКД.

Список літератури:

1. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. – М. Издательство стандартов, 1987 г.
2. Марочнік сталей і сплавов / В.Г. Сорокин, А.В.Волосникова... - М.Машиностроение, 1989 г.
3. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебное пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резаньем» - М.: Машиностроение, 1985 г.
4. Краткий справочник технолога-машиностроителя А.Н.Балабанов – М.Издательство стандартов, 1992 г.
5. Каталог продукції SPINNER (Токарний інструмент та режими різання)
6. Каталог продукції SPINNER (Осьовий інструмент та режими різання)
7. Справочник технолога-машиностроителя, Т2 / Под редакцией А.Г.Косиловой – М.Машиностроение, 1986 г.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания Ч.1.
9. Общестроительные нормативы времени для серийного производства.
10. Справочник технолога-машиностроителя, Т1 / Под редакцией А.Г.Косиловой – М.Машиностроение, 1986 г.
11. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства, 1991 г.