



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Підвищення несучої здатності деталі
(вказати тему дипломного проекту (роботи))
„Випка втулки несучого зв'язки“ технологічними методами
Студент Ольгів Іван Іванович

Спеціальність «131 Прикладна механіка» ,група МЗ-113М

Обсяг проекту повний

Кількість аркушів креслень 5

Кількість сторінок пояснювальної записки 128

а) короткий зміст проекту та прийнятих рішень

У роботі були проаналізовані етапи розробки деталі
„Випка“ Проведен аналіз процесу виготовлення деталі та
виявлені недоліки. Запропоновано їх вирішення у вигляді
виробничого поверхневого зміцнення ультразвуковою обробкою

б) висновок про відповідність проекту завданню

Робота повністю відповідає завданню

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

Кожен розділ був виконаний з застосуванням
досягнень науки та техніки

г) негативні особливості виконання проекту

д) позитивні особливості

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту

Пояснювальна записка та креслення оформлені
відповідно до вимог

є) відгук про роботу загалом

В цілому, робота, що подана на
рецензію, виконана у повному обсязі

ж) інші зауваження у переліку посилань відсутні

дотримується по охороні праці та безпеці у надзвичайних
ситуаціях.

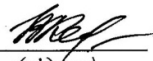
У спеціальній відсутній висновки

з) оцінка проекту

Робота задовільняє вимоги, що
пред'являються до магістерських робіт і заслуговує
оцінки задовільно

Рецензію склав

доц. каф. ТМБ Кононов В.В.
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

«21» 12 2018 р.

[10:52:05] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №632 [3] (200054 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:52:30] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №637 [3] (200022 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:52:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №642 [3] (200038 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:52:53] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №647 [3] (200038 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:53:13] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №652 [3] (200038 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:53:55] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №657 [3] (200054 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:54:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №662 [3] (200027 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:54:41] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №667 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:54:53] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №672 [3] (200042 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:54:54] Тип проверки: *Стандартная*

[10:54:54] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[10:54:54] **Уникальность текста 77%[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)**

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Ольчієв І.І., провів

зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

16.12.2018р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий спеціалістський
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Підвищення несучої здатності деталі
„Випок втулки несучого зв'язки” технологічними
методами

Виконав: студент 6 курсу, групи Мз-113М
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ольчик І.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник Гермашев А.І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Кононов В.В.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технології машинобудування
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Другий магістерський
 Спеціальність Технології машинобудування
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 131 Прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
Дод. Дядя С.І.
 "18" "12" 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Польов Вад Іванович
 (прізвище, ім'я, по батькові)
 1. Тема роботи Підвищення несучої здатності деталі
"Вилка втулки несучого зв'язки" технологічними
методами
 керівник роботи к.т.н. Гермашев А.І.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом вищого навчального закладу від "26" "11" 2018 року №372
 2. Строк подання студентом роботи 17 грудня 2018р.
 3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі "Вилка"

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна записка, конструкторська записка, спецавдання, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі "Вилка"; креслення заготовки; маршрут
виготовлення деталі; робоче пристосування; контрольне пристосування;
розрахунково-технологічна карта; плакувальні дільниці; 1 лист
спецавдання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
Технопол. гаст.	Гермашев А.І.	<i>Гермашев</i> 01.09.18	<i>Гермашев</i> 12.12.18
Констр. гаст.	Гермашев А.І.	<i>Гермашев</i> 01.09.18	<i>Гермашев</i> 12.12.18
Спец. гаст.	Гермашев А.І.	<i>Гермашев</i> 01.09.18	<i>Гермашев</i> 12.12.18
Охорона праці	Шмирко В.І.; к.т.н., доц.	<i>Шмирко</i> 10.10.18	<i>Шмирко</i> 12.12.18
Нормоконтр.	Пухальська Г.В. доц.	<i>Пухальська</i>	<i>Пухальська</i>

7. Дата видачі завдання 04.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологічна частинка	10.10.2018	
2.	Конструкторська частинка	25.10.2018	
3.	Спеціальна частинка	16.11.2018	
4.	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.12.2018	

Студент *Ольчик І.І.*
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи *Гермашев А.І.*
(підпис) (прізвище та ініціали)Консультант *Пухальська Г.В.* / *Погорілов В.В.*

РЕФЕРАТ

ПЗ: 128 стор., 20 рис., 10 табл., 2 додатка, 19 джерел.

Об'єкт дослідження – вилка торсіона.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

Мета магістерської роботи – підвищення несучої здатності деталі «Вилка втулки несучого гвинта» технологічними методами.

В роботі визначені шляхи підвищення несучої здатності деталі вилка втулки несучого гвинта, обрано обладнання, пристосування, розраховано припуски, режими різання, призначені заходи з техніки безпеки та охорони праці.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР, ОТВІР, ТОРЕЦЬ, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ВЕРСТАТ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ЗУСИЛЛЯ ЗАТИСКУ, ІНСТРУМЕНТ, ДЕТАЛЬ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	8
1.2 Вибір типу і форми організації виробництва.....	9
1.3 Вибір заготовки. Економічне обґрунтування вибору заготовки.....	11
1.4 Обґрунтування технологічних баз.....	16
1.5 Проектування плану обробки.....	17
1.5.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	17
1.5.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	19
1.5.3 Розробка маршруту виготовлення деталі	33
1.5.4 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів.....	34
1.6 Проектування операційної технології.....	48
1.6.1 Операція 010 – фрезерна.....	48
1.6.2 Операція 045 – фрезерна.....	55
1.6.3 Операція 040 – свердлильна.....	58
1.6.4 Операція 95 – шліфувальна.....	62
1.6.5 Операція 100 – шліфувальна.....	66

1.7 Розробка РТК УП.....	71
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	78
2.1 Конструювання фрезерного пристосування.....	78
2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи пристосування.....	78
2.1.2 Розрахунок необхідного зусилля закріплення заготовки і вибір приводу.....	78
2.1.3 Розрахунок пристосування на міцність по слабкій ланці.....	82
2.1.4 Розрахунок пристосування на точність.....	83
2.3 Конструювання контрольного пристосування.....	85
3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ.....	86
3.1 Розрахунок необхідної кількості верстатів та їх завантаження.....	86
3.2 Розрахунок чисельності основних робітників - операторів. Циклограма багатостанкового обслуговування.....	90
3.3 Планування технологічного устаткування і робочих місць.....	91
3.4 Основні показники технологічної лінії.....	92
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	94
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	94
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	95
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	98
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	105
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	106

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	116
ВИСНОВОК.....	123
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	124
Додаток А.....	126
Додаток Б.....	128

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

ТП	Технологічний процес
МОП	Маршрут обробки поверхонь
МВД	Маршрут виготовлення деталі
РТК	Розрахунково-технологічна карта
КП	Керуюча програма
ТП	Технологічний процес
КГШП	Кривошипно-гарячештамповочний прес
ППД	Поверхнева пластична деформація
УЗО	Ультразвукова обробка

ВСТУП

Машинобудування є важливою галуззю важкої індустрії. Темпи розвитку і технологічний рівень промисловості, сільського господарства залежить від того, що в якому ступені задовольняються їх потреби в машинах і наскільки вони здійснені.

Технологія машинобудування - наука про способи виготовлення деталей машин, а також складки їх у вузли і готові машини. Предметом вивчення в технології машинобудування є виготовлення виробів заданої якості у встановленою програмою випуску кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальної собівартості і високої продуктивності праці.

Сукупність всіх дій людей і знарядь виробництва, пов'язаних з переробкою сировини і напівфабрикатів в заготовки, готові деталі, складальні одиниці і готові вироби на даному підприємстві, називається виробничим процесом. Головною частиною виробничого процесу є технологічний процес, який вдає із себе процес обробки заготівки на верстатах з метою перетворення її на готову деталь.

При виготовленні деталей втулок несучих гвинтів гвинтокрилів актуальним є виявлення особливостей технологічного процесу, що дозволить виявити вузькі місця стосовно використання різального інструменту, верстатів, пристосувань. Це стосується і складно профільних деталей, до яких належить вилка торсіона.

Метою магістерської роботи є виявлення особливостей виготовлення вищезгаданої деталі. Для цього потрібно вирішити наступні завдання:

- визначити спосіб отримання заготовки;
- розробити маршрут обробки;
- розрахувати припуски, режими різання, призначити обладнання, інструмент, пристосування;
- виконати технічне нормування.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

У даній роботі розглядається деталь – вилка торсіона. Заготівка – штампування. Вага готової деталі складає 2,6 кг. Матеріал – сталь 30Х2Н2ВФМА-Ш.

Вилка є частиною гвинта вертольота АК-1 і забезпечує кріплення лопатки до втулки несучого гвинта, конструктивно входить до складу вузла рукава лопатки.

З одного боку в широкий паз вилки встановлюється лопатка, що закріплюється двома призонними болтами, з іншого боку до вилки кріпляться: зовні оболонка рукава лопатки, зсередини, у вузький паз вилки торець із захисними пластинами, кріплення оболонки рукава за допомогою двох призонних болтів.

Вилка служить для передачі відцентрової сили лопатки, яка передається на тарілки втулки несучого гвинта, також вилка забезпечує установку необхідного кута лопатки перекосу, що задається автоматом.

Сталь 30Х2Н2ВФМА-Ш призначена для деталей, які працюють в неагресивному середовищі. Сталь виплавляється методом електрошлакового переплаву. Добре деформується в гарячому стані. Температурний інтервал деформації 1180-850°C.

Хімічний склад з табл. 1.1 [16] і механічні властивості з табл. 1.2 [16] дозволяють використовувати сталь для виготовлення деталі.

Таблиця 1.1 - Характеристика матеріалу деталі

Масові частки, % не більше									
C	Si	Mg	Cr	Ni	Mo	V	W	S	P
0,26-0,33	0,17-0,37	0,3-0,6	1,6-2	1,4-1,8	0,25-0,35	0,18-0,28	1-1,4	не більше	
								0,012	0,02

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 30X2H2BФМА-Ш

σ_{T}	σ_{B}	σ_{S}	Ψ	HRC
МПа		%		
1030	1230	9	55	32,0...42,5

1.2 Вибір типу і форми організації виробництва

Залежно від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних і економічних умов здійснення виробничого процесу всі різноманітні виробництва умовно діляться на три основні види: одиничне, серійне і масове. У кожного з цих видів виробничий і технологічний процеси мають свої характерні особливості, і кожному з них властива певна форма організації роботи.

На даному етапі проектування складно правильно визначити вид виробництва і тому проведемо попереднє визначення типу виробництва за виробничою програмою і масою деталі.

Заздалегідь тип виробництва вибираємо по таблиці 1.3 [14], знаючи масу деталі і річну програму випуску.

Таблиця 1.3 – Вибір типу виробництва

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей в рік		
	важкі, m>100 кг	середні, m=10..100	легкі, m<10 кг
Одиничне	до 5	до 10	до 100
дрібносерійне	5...10	10...200	100...500
серійне	100...300	200...500	500...5000
крупносерійне	300...1000	500...5000	5000...50000
масове	понад 1000	понад 5000	понад 50000

Враховуючи масу деталі m=2,6 кг і річну програму випуску N=10000 штук, тип виробництва можна рахувати крупносерійним.

Основним чинником для точнішого визначення виду виробництва є такт випуску. Його визначимо виходячи з таких даних:

1. Річна програма випуску деталі N=10000 шт.
2. Дійсний річний фонд часу F_д=3992 годин.

Такт випуску визначений по формулі (1.1) [14]:

$$\tau = \frac{F_d * 60}{N} \quad (1.1)$$

$$\tau = \frac{3992 * 60}{10000} = 24$$

За величиною такту випуску визначуваний коефіцієнт серійності по формулі (1.2) [14]:

$$K_c = \frac{\tau n}{\sum_{i=1}^n t_{шт.}} \quad (1.2)$$

де n – кількість операцій в технологічному процесі обробки;

t_{штi} – штучний час кожної операції.

$$K_c = \frac{24 * 21}{108} = 4,67$$

За величиною коефіцієнта серійності видно, що орієнтовно вид виробництва визначений як серійне. Оскільки ця величина менше діапазону дрібносерійного виробництва, але значно більше значень коефіцієнта для масового виробництва.

Оскільки вид виробництва визначений як крупносерійне, необхідно розрахувати величину партії деталей за формулою (1.3) [14]:

$$n = \frac{Na}{\Phi_d}, \text{ шт.} \quad (1.3)$$

де a – періодичність запуску деталей у виробництво;

Φ_d – число робочих днів в році ($\Phi_d=250$).

$$n = \frac{10000 * 5}{250} = 200 \text{ шт}$$

Для обробки даної деталі вибираємо потокову форму організації технологічного процесу (ТП).

1.3 Вибір заготовки. Економічне обґрунтування вибору заготовки

У сучасному виробництві одним з основних напрямів розвитку технології механічної обробки є використання чорнових заготовок з економічними, конструктивними формами, які забезпечують можливість вживання найбільш

оптимальних способів обробки. Цей напрям вимагає безперервного підвищення точності заготовки і наближення її конструктивної форми і розмірам до параметрів готової деталі, що дозволяє скоротити об'єм механічної обробки, обмежуючи її чистовими обробними операціями.

У серійному виробництві заготовки отримують на штампувальних пресах, ГKM у відкритих і закритих штампах, на молотах. При здобутті заготовки у закритих штампах відсутній облой, що знижує масу заготовки, збільшує точність обробки.

У дипломному проекті порівнюються два варіанти отримання заготовки: прокат та отримання штамповки на КГШП.

Ескіз штамповки показаний на рис. 1.1.

Вихідними даними для порівняльного аналізу є:

1. Матеріал – сталь 30X2H2BFMA-Ш.
2. Маса деталі – 2,6 кг.
3. Маса заготовки прутка – 13,9 кг.
4. Маса заготовки, отриманої штамповкою – 6,45 кг.

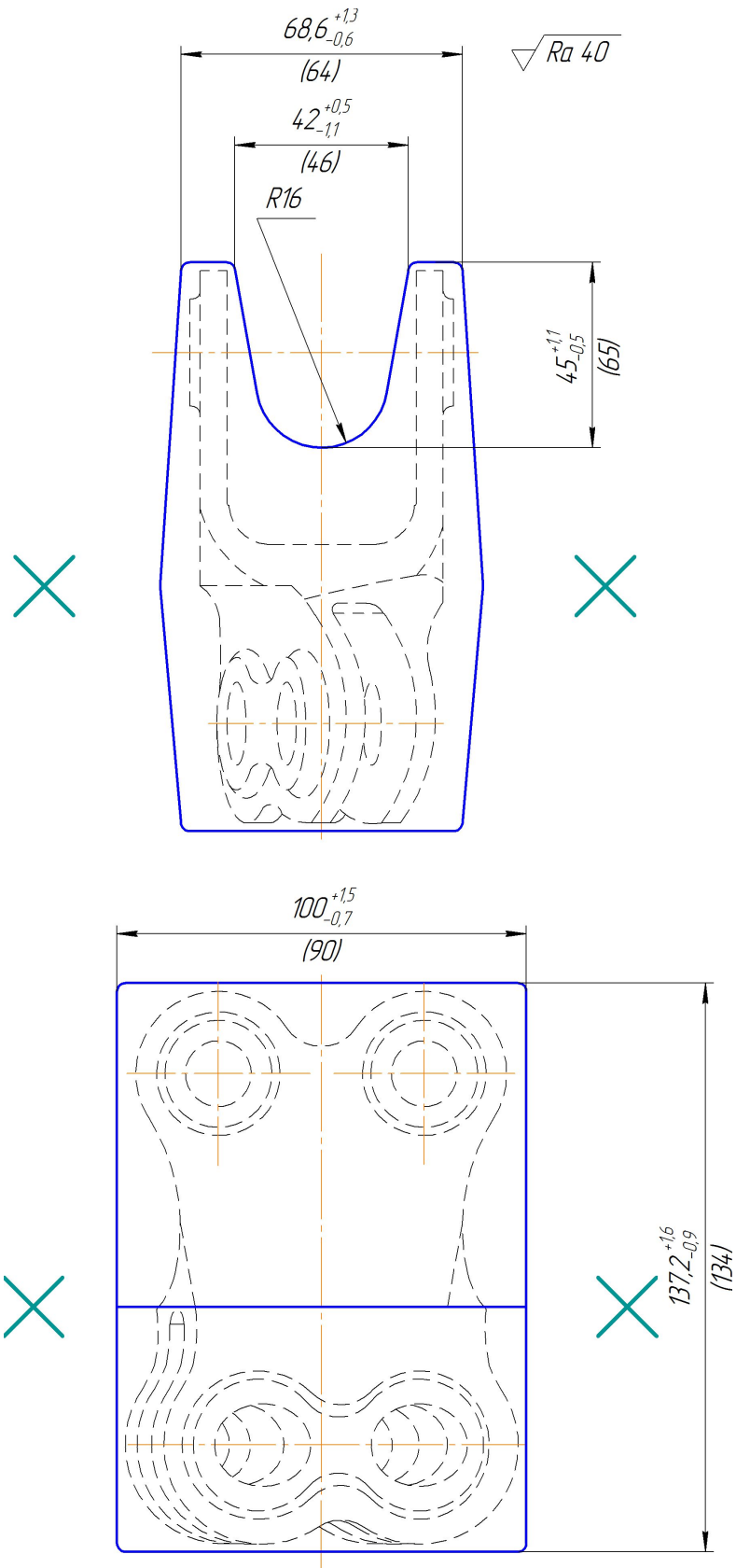


Рисунок 1.1 – Ескіз штамповки

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою (1.4) [14]:

$$K_{\text{им}} = \frac{q}{Q} \quad (1.4)$$

де q – маса деталі кг;

Q – маса заготовки кг.

$$K_{\text{им}1} = \frac{2,6}{13,9} = 0,19$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{2,6}{6,45} = 0,4$$

Витрати на виготовлення однієї заготовки, отриманої на пресах, визначаються за формулою (1.5) [14]:

$$B = \frac{B_6}{1000} Q K_T K_M K_B K_3 K_{\Pi} - (Q - q) \frac{B_{\text{отх}}}{1000} \quad (1.5)$$

де B_6 – базова оптова вартість однієї тони металу, грн.;

$B_{\text{отх}}$ – вартість однієї тони стружки, грн.;

$B_{61}=29300$ грн/т;

$B_{62}=29300$ грн/т;

K_T – коефіцієнт, що враховує клас точності заготівки, $K_T = 1$;

K_M – коефіцієнт, що враховує групу матеріалу, $K_M = 2.4$;

K_B – коефіцієнт, що враховує групу складності, $K_B = 0.7$;

K_n – коефіцієнт, що враховує програму випуску, $K_n = 1$,

K_3 – коефіцієнт, що враховує масу, $K_3 = 0,93$;

$B_{\text{отх}}$ – вартість 1т відходів (стружки), $B_{\text{отх}}=1470$ грн/т.

$$B_1 = 29,3 * 13,9 - (13,9 - 2,6) * 1,47 = 390,66 \text{ грн}$$

$$B_2 = \frac{29300}{1000} * 6,45 * 1 * 2,4 * 0,7 * 0,93 * 1 - (6,45 - 2,6) * \frac{1470}{1000} = 288,14 \text{ грн}$$

Підрахуємо заощадження на виготовлення заготовок за першим варіантом відносно другого:

$$E_B = (390,66 - 288,14) \cdot 10000 = 1025200 \text{ грн};$$

В результаті порівняння двох варіантів заготовок виявили, що другий варіант отримання штамповки на КГШП економічно вигідніший, ніж перший. Отже, приймаємо остаточно перший варіант. Річний економічний ефект складає 2718200 грн. Отримані дані заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 1.4 – Порівняльні показники за варіантами

Показники	Позначення	Вимір	Варіант	
			прокат	штамповка
Вага заготовки	Q	кг	13,9	6,45
Базова вартість 1 т. заготовок	B _б	грн	29300	29300
Коефіцієнти	K _т	-	-	1
	K _м	-	-	2,4
	K _в	-	-	0,7
	K _з	-	-	0,93
	K _п	-	-	1
Вартість 1 т. стружки	B _{отх}	грн	1,47	
Вартість однієї заготовки	B	грн	390,66	288,14
Коефіцієнт використання матеріалу	K _{им}	-	0,19	0,4

1.4 Обґрунтування технологічних баз

Базою називають поверхню, вісь, точку деталі або складальної одиниці, по відношенню до яких орієнтується інші деталі виробу або поверхня деталі, які обробляються. При проектуванні технологічного процесу для забезпечення необхідної точності велике значення має вибір баз.

При виборі технологічних баз для обробки заготовок необхідно застосовувати принцип поєднання баз, тобто для технологічної бази необхідно брати поверхню, яка є вимірювальною базою. При побудові маршруту обробки необхідно дотримуватися принципу постійності баз; на усіх основних технологічних операціях використати для технологічних баз одні і ті ж поверхні.

Тобто, розробляючи технологічний процес механічної обробки деталі, для кожної операції необхідно вибирати бази, керуючись наступними положеннями:

1. Бажано, щоб вимірювальна і технологічна бази співпадали, потрібно вибирати в якості технологічної бази поверхню, від якої заданий розмір. При цьому погрішність базування дорівнюватиме нулю і відпаде необхідність в перерахунку операційних розмірів;

2. Кожна зміна установочної бази в ході технологічного процесу вносить нові погрішності, які залежать від неточності взаємного розташування баз; тому доцільно виконувати обробку від однієї постійної бази;

3. Якщо для виконання подальшої операції колишня база не може бути використана, то новою настановною базою має бути оброблена поверхня;

4. В усіх випадках установочна база повинна забезпечити жорсткість установки заготовки, яка досягається відповідними розмірами поверхонь базування і їх взаємним розташуванням;

5. Чорнова установочна база може бути прийнята тільки для чорнових операцій, оскільки повторне її використання може значною мірою порушити взаємне розташування оброблюваних поверхонь.

1.5 Проектування плану обробки

1.5.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність конструкції деталі — це сукупність властивостей, що проявляється в можливості досягнення оптимальних витрат праці, засобів, матеріалів і часу за технічної підготовки виробництва, виготовлення, експлуатації та ремонту порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів того ж призначення при забезпеченні встановлених значень показників якості та прийнятих умов виготовлення, експлуатації й ремонту. Більш технологічною конструкцією деталі буде та, яка забезпечить ту ж якість, працездатність, надійність і довговічність при менших витратах матеріалу, меншій трудомісткості та собівартості.

Є відомі загальні ознаки технологічності конструкції деталі: мінімальні витрати матеріалу, оброблюваність матеріалу, простота геометричних форм поверхонь, простота отримання заготовки, зручність обробки і вимірювання поверхонь, проставлення розмірів та інші.

Загальними критеріями технологічності конструкції деталі є: абсолютне значення трудомісткості та технологічної собівартості. Але визначити ці показники на етапі проектування технологічного процесу виготовлення деталі неможливо з причини відсутності необхідних вихідних даних. Тому технологічність конструкції оцінюють іншими якісними і кількісними показниками.

Технологічність конструкції деталі визначають шляхом якісної оцінки ознак технологічності: оброблюваність матеріалу, можливість отримання необхідної шорсткості поверхні.

Габаритні розміри деталі, її конфігурація і матеріал дозволяють використати лише один метод отримання заготовки – штампування.

Основні поверхні деталі є простими. Вони не потребують складного оснащення. На більшості операцій можливе використання єдності та сталості баз. Деталь достатньо жорстка. Обробка поверхонь є зручною. Є доступ до оброблюваних поверхонь різальних інструментів.

Технологічність конструкції деталі оцінюють також за допомогою кількісних показників.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі визначається за формулою (1.6) [6]:

$$K_{кв} = \frac{Q_{ye}}{Q_b} \geq 0,6 \quad (1.6)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів, тобто тих, обробка яких можлива стандартним інструментом, $Q_{ye} = 23$;

Q_b – загальна кількість конструктивних елементів, $Q_b = 40$.

$$K_{ke} = \frac{23}{40} = 0,58 \leq 0,6$$

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою (1.7) [6]:

$$K_{TO} = 1 - 1/A_{cp} > 0,8 \quad (1.7)$$

де A_{cp} — середнє значення квалітету точності розмірів.

$$A_{cp} = \frac{7 * 2 + 8 * 2 + 11 * 3 + 12 * 2 + 14 * 14}{23} = 12,3$$

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{12,3} = 0,92 > 0,8$$

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою (1.8) [6]:

$$K_{ш} = 1/B_{cp} < 0,32 \quad (1.8)$$

де B_{cp} — середнє значення показника шорсткості за кресленням деталі.

$$B_{cp} = \frac{0,8 * 2 + 1,6 * 21}{23} = 1,53$$

$$K_{ш} = \frac{1}{1,53} = 0,65 < 0,32$$

Вказані нерівності не виконуються – конструкція деталі не технологічна.

1.5.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Розробимо маршрут обробки поверхонь (МОП) 1,2,3,4,5,9,13, що зображені на рис. 1.2.

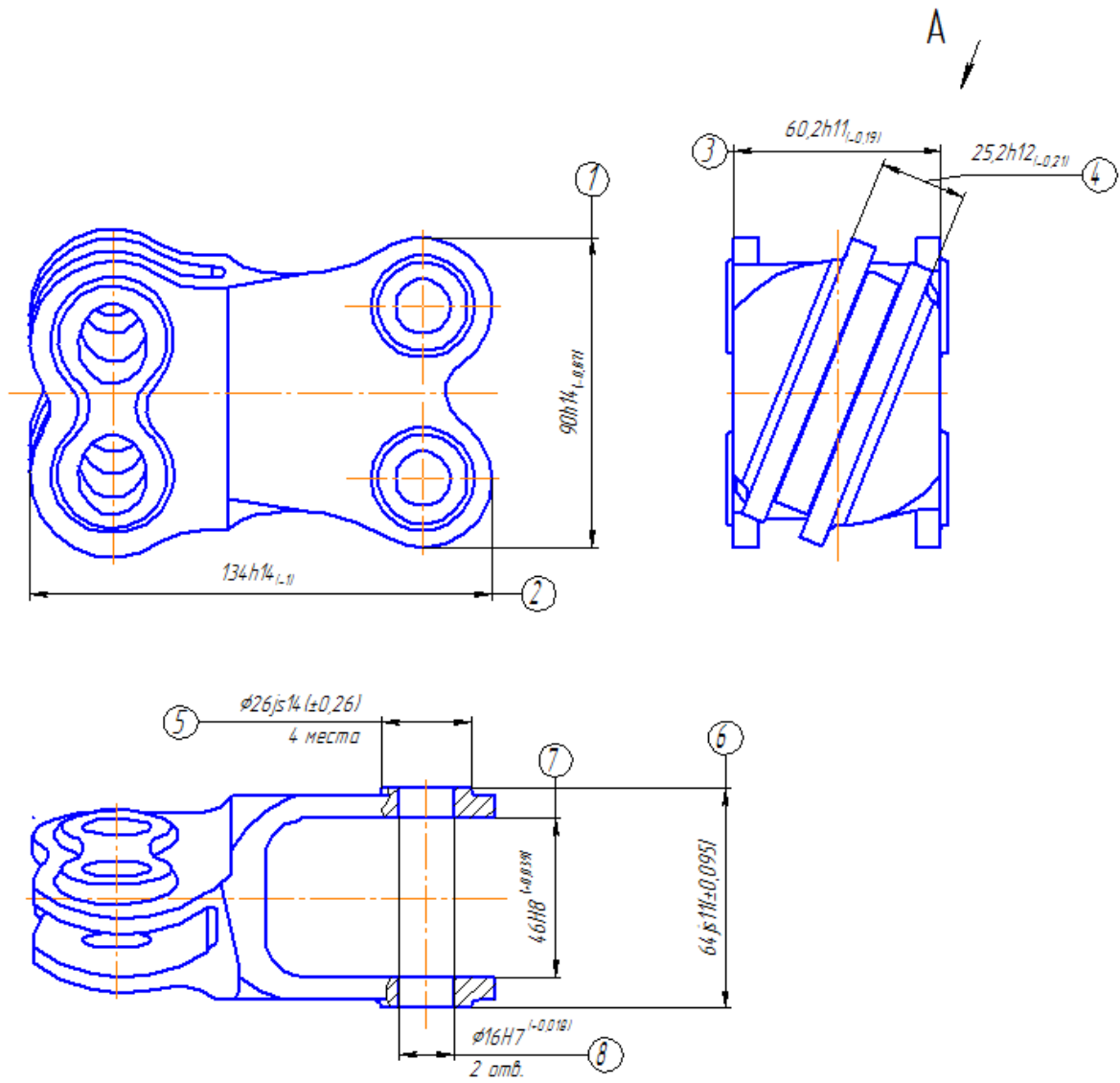


Рисунок 1.2 – Ескіз вилки з технологічною розміткою основних поверхонь

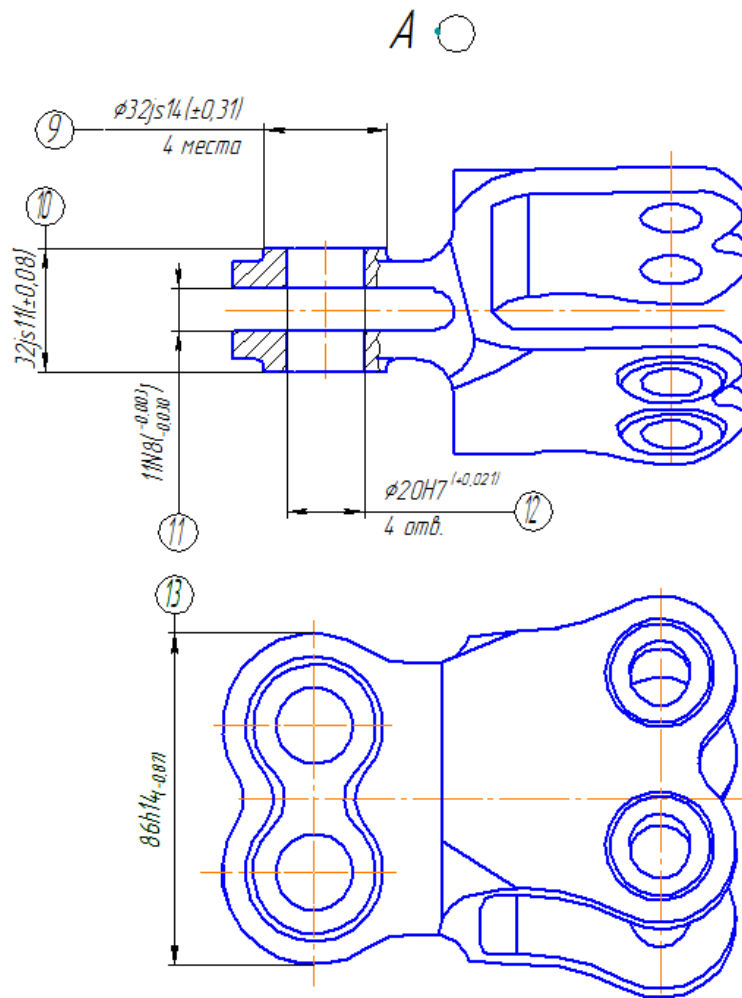


Рисунок 1.2 – Ескіз вилки з технологічною розміткою основних поверхонь
(Закінчення)

Розраховуємо уточнення параметрів по формулі (1.9) [18]:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{T_{i(j-1)}}{T_{ij}} \quad (1.9)$$

де $T_{i(j-1)}$ і T_{ij} – технологічні допуски на i -ті параметри, що забезпечуються на попередньому та даному переходах.

Перший перехід – фрезерування чорнове, що забезпечує IT13- IT14, $T Ra_1 = 6,3$ мкм. Розраховуємо уточнення по формулі (1.9):

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{Ra_3}{Ra_d} \leq \varepsilon_{Ra}$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{40}{6,3} = 6,34 \leq \varepsilon_{Ra} = 25$$

Другий перехід – фрезерування напівчистове, що забезпечує IT11- IT12, $T Ra_2 = 3,2$ мкм. Уточнення розраховуємо по формулі (1.9):

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{Ra_3}{Ra_d} \leq \varepsilon_{Ra}$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97$$

Перевіряємо, прийнятність обробки поверхні по формулі (1.10) [18]:

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{ij} \leq \varepsilon_{oi} \quad (1.10)$$

де ε_{oi} - сумарне уточнення, яке знаходимо по формулі (1.11) [18]:

$$\varepsilon_{oi} = \frac{T s_i}{T d_i} \quad (1.11)$$

де $T s_i$ – допуск на i -й параметр вихідної заготовки;

$T d_i$ - допуск за кресленням для того ж параметру готової деталі.

$$\varepsilon_{oi} = \frac{40}{0,8} = 25$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra1} = 6,34 * 1,97 = 12,5 < \varepsilon_{Ra} = 25$$

Третій перехід – термообробка.

Четвертий перехід – шліфування попереднє, що забезпечує,
 $TRa_4 = 1,6$ мкм. Уточнення розраховуємо по формулі (1.9).

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{Ra_3}{Ra_d} \leq \varepsilon_{Ra}$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

Прийнятність обробки визначаємо по формулі (1.10):

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra1} = 12,5 * 2 = 25 = \varepsilon_{Ra} = 25$$

Таким чином, після чотирьох переходів забезпечується точність і шорсткість розмірів: 90h14; 134h14; 60,2h11; 25,2 h12; 25js14; Ø32js14; 86h14 тому що сумарне уточнення дорівнює необхідному.

Показники точності інших поверхонь занесемо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Показники точності і якості поверхонь деталі

№ пов. і геометр. параметра	Хар-тики поверхні		Показники							
			Квалітет		Взаєм. розт., мм		Шорсткість, мкм		Твердість	
	Вид	Тип	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 – 90	Зовн.	Площ..	h14	IT16	-	-	1,6	40	HRC 32,0...42,5	HRC 35,5...41,5
2 – 134	Торець	Площ..	h14	IT16	-	-	1,6	40		
3 – 60,2	Зовн	Площ..	h11	IT16	0,1	0,95	1,6	40		
4 – 25,2	Зовн.	Площ.	h12	IT16	0,1	0,65	1,6	40		

5 – 25	Зовн.	Цил.	js14	IT16	-	-	1,6	40		
--------	-------	------	------	------	---	---	-----	----	--	--

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6 – 64	Зовн	Площ..	js11	IT16	0,02	1	1,6	40		
7 – 46	Внутр.	Площ..	H8	IT16	0.02	1	1,6	40		
8 – Ø16	Внутр.	Цил..	H7	IT16	0.02	1	0,8	40		
9 – Ø32	Зовн.	Цил.	js14	IT16	-	-	1,6	40		
10 – 32	Зовн	Площ	js11	IT16	0.02	1	1,6	40		
11 – 11	Внутр.	Площ..	N8	IT16	0.02	1	1,6	40		
12 – Ø20	Внутр.	Цил.	H7	IT16	0.02	1	0,8	40		
13 – 86	Зовн	Площ	h14	IT16	-	-	1,6	40		

Розрахунок кількості переходів для отримання потрібного параметру ведемо по формулі (1.12) [18]:

$$K_i = 2lg\varepsilon_{O_i} \quad (1.12)$$

Кількість переходів для отримання потрібної шорсткості дорівнює:

$$K = 2lg\varepsilon_{R_a}$$

$$K = 2lg25 = 2,8$$

Приймаємо $K=3$ з урахуванням того, що задані параметри можна отримати за 3 операції.

Поверхня 3:

Різниця показників: IT16-H11=5:

1) $5=2+2+1$ (приймаємо);

2) $5=3+1+1$.

IT16→H14→H12→H11

Визначаємо уточнеуня для повеґхні 8 по параметрам ε_{Td} і ε_{Ra} по формулі (1.9):

$$\varepsilon_{Td} = \frac{1,1}{0,018} = 61,1$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{40}{0,8} = 50$$

Розрахунок кількості переходів для ε_{Td} ведемо по формулі (1.12):

$$K = 2lg61,1 = 3,4$$

Приймаємо $K=3,57$ з урахуванням того, що задані параметри можна отримати за 3 операції.

Різниця показників: $IT16 - h7 = 9$:

Отже $9=4+2$.

$$IT16 \rightarrow h12 \rightarrow h10 \rightarrow h7$$

Перший перехід – фрезерування чорнове, що забезпечує $Td_1 = 250$ мкм, $Tra_1 = 6,3$ мкм. Визначаємо уточнення для поверхні 7 по параметрам ε_{TD} і ε_{Ra} по формулі (1.9):

$$\varepsilon_{TD1} = \frac{1,6}{0,25} = 6,4$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{40}{6,3} = 6,4$$

Другий перехід – фрезерування чистове, що забезпечує $Td_2 = 100$ мкм, $TRa_2 = 3,2$ мкм. Визначаємо уточнення для другого переходу ε_{TD} і ε_{Ra} по формулі (1.19):

$$\varepsilon_{TD2} = \frac{0,25}{0,1} = 2,5$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97$$

Прийнятність обробки визначаємо по формулі (1.10):

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{TDj} = 6,4 * 2,5 = 16 < \varepsilon_{TD} = 41$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra1} = 6,4 * 1,97 = 12,5 < \varepsilon_{Ra} = 25$$

Третій перехід – термообробка.

Четвертий перехід – шліфування, що забезпечує $Td_4 = 39$ мкм, $TRa_4 = 1,6$ мкм. Визначаємо уточнення для 4 переходу по параметрам ε_{TD} і ε_{Ra} за формулою (1.19):

$$\varepsilon_{TD4} = \frac{0,1}{0,039} = 2,56$$

$$\varepsilon_{TD} = \frac{1,6}{0,039} = 41$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{40}{1,6} = 25$$

Прийнятність обробки визначаємо по формулі (1.10):

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra1} = 12,5 * 2 = 25 = \varepsilon_{Ra}$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{TDj} = 6,4 * 2,56 = 41 = \varepsilon_{TD}$$

Таким чином, після чотирьох переходів забезпечується точність і шорсткість розміру 46H8, тому що сумарне уточнення дорівнює необхідному.

Розрахунок кількості переходів по ε_{Td} ведемо по формулі (1.12).

$$K = 2lg41 = 3,2$$

Приймаємо $K=3$ з урахуванням того, що задані параметри можна отримати за 3 операції.

Різниця показників: IT16-H8=8.

$$1) 8=4+3+1$$

$$2) 8=4+2+2 \text{ (приймаємо)}$$

$$IT16 \rightarrow H12 \rightarrow H10 \rightarrow H8$$

МОП заносимо до таблиці 1.6.

Характеристика	j	ε_j	Кількість	Різниця	МОП	Допуски, мкм	Уточнення, мкм
----------------	---	-----------------	-----------	---------	-----	--------------	----------------

Таблиця 1.6 – Маршрут обробки поверхонь

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Поверхня 6 64js11	Δ Td Ra	19 10 25	2,8	3	IT16- h11=2 5=2+2+1 IT16→ h 14→ → h 12→js11	1	Заготовка штам-ка	1,9	0,95	40	-		—
						2	Фрезер. чорнове	0,74	0,35	6,3	2,57	2,7	6,34
						3	Фрезер чистове	0,3	0,15	3,2	2,47	2,35	1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Шліфув. попер.	0,19	0,05	1,6	1,58	3	2
											10	19	40
Поверхня 7 46H8	Δ Td Ra	8 41 25	2,8	3	IT16- h8=8 8=4+2+2 IT16→H12→ →H10→H8	1	Заготовка штам-ка	1,6	0,8	40	-		—
						2	Фрезер. чорнове	0,25	0,25	6,3	6,4	3,2	6,34
						3	Фрезер чистове	0,1	0,1	3,2	2,5	2,5	1,97
						4	Термообробка	-		-	-		-
						5	Шліфув. попер.	0,039	0,1	1,6	2,56	1	2
											41	8	40
Поверхня 8 Ø16H7	Δ Td Ra	11 61,1 50	3,2	4	iT16-h7=9 9=4+2+2 IT16→H12→ →H10→H7	1	Заготовка штам-ка	1,1	0,55	40	-	-	—
						2	Свердлення	0,18	0,1	3,2	6,11	5,5	12,5
						3	Розсвердлення	0,07	0,1	1,6	2,57	1	2
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Шліфув. чистове .	0,018	0,05	0,8	3,9	2	2
											61,1	11	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Продовження таблиці 1.6

Поверхня 9 Ø32js14	Δ Td Ra	- 2,58 25	2,8	3	IT16- js14=2 2=2+0+0 IT16→ js14→ → js14→js14	1	Заготовка штам-ка	1,6		40	-		—
						2	Фрезер. чорнове	0,62		6,3	2,58		6,34
						3	Фрезер чистове	0,62		3,2	1		1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-		-
						5	Шліфув. попер.	0,62		1,6	1		2
										2,58		40	
Поверхня 10 32js11	Δ Td Ra	16 10 25	2,8	3	IT16- h11=2 5=2+2+1 IT16→ h 14→ → h 12→js11	1	Заготовка штам-ка	1,6	0,8	40	-		—
						2	Фрезер. чорнове	0,62	0,3	6,3	2,58	2,67	6,34
						3	Фрезер чистове	0,25	0,15	3,2	2,48	2	1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Шліфув. попер.	0,16	0,05	1,6	1,57	3	2
										10	16	40	
Поверхня 11 11N8	Δ Td Ra	11 40,8 25	3,2	4	iT16-h7=9 9=4+2 IT16→H12→ →H10 →N8	1	Заготовка штам-ка	1,1	0,55	40	-	-	—
						2	Фрезер. чорнове	0,18	0,1	6,3	6,11	5,5	6,34
						3	Фрезер чистове	0,07	0,1	3,2	2,57	1	1,97
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Шліфув. попер.	0,027	0,05	1,6	2,6	2	2
										40,8	11	40	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Поверхня 12 Ø20H7	Δ Td Ra	13 62 50	3,2	4	iT16-h8=8 8=4+2+2 IT16→H12→ →H10→H7	1	Заготовка штам-ка	1,3	0,65	40	-	-	—
						2	Свердлення	0,21	0,1	3,2	6,2	6,5	12,5
						3	Розсвердлення	0,084	0,1	1,6	2,5	1	2
						4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
						5	Шліфув. чистове .	0,021	0,05	0,8	4	2	2
											62	13	50

Продовження таблиці 1.6

1.5.3 Розробка маршруту виготовлення деталі

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі вирішують головну задачу технології – забезпечити потрібну продуктивність, максимальну продуктивність і мінімальну собівартість. Технологічні основи цієї задачі закладаються при розробці переходів маршрутів обробки поверхонь (МОП), а організаційні основи – при формуванні операцій маршруту виготовлення деталі (МВД).

Маршрут виготовлення деталі (див. креслення ЗНТУ 743007.011) – це план, в якому на основі раніше розроблених МОП встановлена послідовність операцій технологічного процесу, вказані інформація про обладнання, розроблені схеми установок і т.п.

1.5.4 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів.

Призначення припусків на обробку та розрахунок технологічних розмірів методом розмірних ланцюгів на розмір 64js11.

Заготовка – штамповка, $Ra=40\text{мкм}$, $Td=1900\text{ мкм}$;

Фрезерування чорнове, $Rz=20\text{мкм}$, $h=20\text{мкм}$, $Td=740\text{ мкм}$;

Фрезерування чистове, $Rz=10\text{мкм}$, $h=10\text{мкм}$, $Td=300\text{ мкм}$;

Шліфування попереднє, $Rz=10\text{мкм}$, $h=20\text{мкм}$, $Td=190\text{ мкм}$;

Встановлюємо за таблицями значення мінімальних припусків.

Знаходимо за нормативами загальний припуск на обробку:

$$z_0^{min} = 1400\text{ мкм}.$$

Розподіляємо припуск за переходами обробки:

Фрезерування чорнове: $z_{1min} = z_0^{min} * \gamma_1 = 1400 * 0,7 = 980\text{ мкм}$, $2z_{1min} = 1960\text{ мкм}$.

Фрезерування чистове: $z_{2\min} = z_0^{\min} * \gamma_2 = 1400 * 0,2 = 280$ мкм, $2z_{2\min} = 560$ мкм.

Термообробка.

Шліфування попереднє: $z_{3\min} = z_0^{\min} * \gamma_3 = 1400 * 0,1 = 140$ мкм, $2z_{3\min} = 280$ мкм.

Оскільки розрахунок ведеться по методу розмірних ланцюгів, то максимальне значення розміру знаходимо за формулою (1.13) [18]:

$$d_i^{\max} = d_{i+1}^{\max} + 2z_{i+1}^{\min} + Td_i; \quad (1.13)$$

$$d_4^{\max} = 64,095 \text{ мм}$$

$$d_2^{\max} = 64,095 + 0,28 + 0,3 = 64,675 \text{ мм}$$

$$d_1^{\max} = 64,675 + 0,56 + 0,74 = 65,975 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг}}^{\max} = 65,975 + 1,96 + 1,9 = 69,835 \text{ мм}$$

Мінімальне значення розміру визначається за формулою (1.14) [18]:

$$d_i^{\min} = d_i^{\max} - Td_i \quad (1.14)$$

$$d_4^{\min} = 64,095 - 0,19 = 63,905 \text{ мм}$$

$$d_2^{\min} = 64,675 - 0,3 = 64,375 \text{ мм}$$

$$d_1^{\min} = 65,975 - 0,74 = 65,235 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг}}^{\min} = 69,835 - 1,9 = 67,935 \text{ мм}$$

Розраховуємо граничні значення припуску за формулою (1.15) [18]:

$$2z_i^{max} = d_{i-1}^{max} + d_i^{min} \quad (1.15)$$

$$2z_4^{max} = 64,675 - 63,905 = 0,77 \text{ мм}$$

$$2z_2^{max} = 65,975 - 64,375 = 1,6 \text{ мм}$$

$$2z_1^{max} = 69,835 - 65,235 = 4,6 \text{ мм}$$

Контрольне правило перевіряємо за формулами (1.16-1.18) [18]:

$$Tz_0 = 2z_0^{max} - 2z_0^{min} = Td_3 + Td_d \quad (1.16)$$

$$2z_0^{max} = d_{заг}^{max} - d_{дет}^{min} \quad (1.17)$$

$$2z_0^{min} = d_{заг}^{min} - d_{дет}^{max} \quad (1.18)$$

$$2z_0^{max} = 69,835 - 63,905 = 5,93 \text{ мм}$$

$$2z_0^{min} = 67,935 - 64,095 = 3,84 \text{ мм}$$

$$5,93 - 3,84 = 1,9 + 0,19$$

$$2,09 = 2,09$$

Результати показали, що контрольне правило виконується.

Розраховуємо виконавчі технологічні розміри, знаходимо номінальний розмір заготовки за формулою (1.19) [18]:

$$d_{1HOM} = d_{1MIN} + eid_1 = d_{1MAX} - esd_1 \quad (1.19)$$

$$d_{1HOM} = 67,935 + 0,6 = 69,835 - 1,3 = 68,535$$

Виконавчий розмір заготовки дорівнює $68,535^{+1,3}_{-0,6}$ мм.

Призначення припусків на обробку та розрахунок технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом на розмір 32js11.

Заготовка – прокат, Rz=160мкм, h=200мкм, Td=1600 мкм;

Фрезерування чорнове, Rz=20мкм, h=20мкм, Td=620 мкм;

Фрезерування чистове, Rz=10мкм, h=10мкм, Td=250 мкм;

Шліфування попереднє, Rz=10мкм, h=20мкм, Td=160 мкм;

Загальна кривизна заготівки визначається за формулою (1.20) [18]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{CM}^2 + \rho_K^2} \quad (1.20)$$

де ρ_{CM} – погрішність від зміщення заготовки ;

ρ_K – кривизна.

$$\rho_K = \Delta kl$$

Похибка установки розраховується за формулою (1.21) [18]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_6^2} \quad (1.21)$$

де ε_3 – похибка закріплення;

ε_6 – похибка базування.

Заготівельна операція:

$$\Delta k = 0,7 \text{ мкм/мм}; [2, \text{табл.16, с. 186}];$$

$$l = 32 \text{ мм};$$

$$\rho_K = 0,0007 * 32 = 0,0224 \text{ мм};$$

$$\rho_{cm} = 0,7 \text{ мм}; [2, \text{табл.18, с. 187}];$$

$$\rho = \sqrt{0,7^2 + 0,0224^2} = 0,703 \text{ мм};$$

$$Rz=160 \text{ мкм}, h=200 \text{ мкм}; [2, \text{табл.12, с. 186}]$$

Фрезерування чорнове:

$$\rho_1 = 0,06 * 0,703 = 0,042 \text{ мм} [2, \text{табл.29, с. 190}]$$

$$\varepsilon_{31} = 0,25 * \sqrt{1,6^2 + 1} = 0,47 \text{ мм}$$

$$Rz=20 \text{ мкм}, h=20 \text{ мкм}; [2, \text{табл.24, с. 187}]$$

Фрезерування чистове:

$$\rho_2 = 0,04 * 0,042 = 0,002 \text{ мм} = 0$$

$$\varepsilon_{32} = 0,4 * 0,47 = 0,019 \text{ мм}$$

$$Rz=10 \text{ мкм}, h=10 \text{ мкм}; [2, \text{табл.24, с. 187}].$$

Термообробка:

$$\Delta k = 0,5 \text{ мкм/мм}; [2, \text{табл.16, с. 186}];$$

За формулою (1.16):

$$\rho_{T.O.} = 0,0005 * 32 = 0,016 \text{ мм.}$$

Шліфування попереднє:

$$\rho_3 = 0,016 \text{ мм;}$$

$$\varepsilon_{33} = 0,03 * \varepsilon_{32};$$

$$\varepsilon_{33} = 0,03 * 0,019 = 0,0004 \text{ мм} = 0;$$

$$R_z = 10 \text{ мкм, } h = 20 \text{ мкм; [2, табл.24, с. 187].}$$

Отримані дані по переходах заносяться до таблиці 1.8.

Розраховуємо мінімальні припуски на циліндричну поверхню за формулою (1.22) [18]:

$$2z_i = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.22)$$

$$2z_1 = 2(160 + 200 + \sqrt{703^2 + 47^2}) = 2130 \text{ мкм;}$$

$$2z_1 = 2(20 + 20 + \sqrt{42^2 + 19^2}) = 173 \text{ мкм;}$$

$$2z_1 = 2(10 + 10 + \sqrt{16^2 + 0^2}) = 48 \text{ мкм.}$$

Оскільки розрахунок ведеться по методу розмірних ланцюгів, то максимальне значення розміру за формулою (1.23) [18] складає:

$$d_i^{max} = d_{i+1}^{max} + 2z_{i+1}^{min} + Td_i \quad (1.23)$$

$$d_4^{max} = 32,08 \text{ мм};$$

$$d_2^{max} = 32,08 + 0,48 + 0,25 = 32,378 \text{ мм};$$

$$d_1^{max} = 32,378 + 0,173 + 0,62 = 33,171 \text{ мм};$$

$$d_{\text{заг}}^{max} = 33,171 + 2,130 + 1,600 = 37,371 \text{ мм}.$$

Мінімальне значення розміру знаходимо по формулі (1.24) [18]:

$$d_i^{min} = d_i^{max} - Td_i \quad (1.24)$$

$$d_4^{min} = 32,08 - 0,160 = 31,92 \text{ мм};$$

$$d_2^{min} = 32,378 - 0,250 = 32,128 \text{ мм};$$

$$d_1^{min} = 33,171 - 0,620 = 33,551 \text{ мм};$$

$$d_{\text{заг}}^{min} = 37,371 - 1,600 = 35,771 \text{ ммю}$$

Розраховуємо граничні значення припуску – максимальне значення припуску по формулі (1.25) [18]:

$$2z_i^{max} = d_{i-1}^{max} - d_i^{min} \quad (1.25)$$

$$2z_4^{max} = 32,378 - 31,92 = 0,458 \text{ мм};$$

$$2z_2^{max} = 33,171 - 32,128 = 1,043 \text{ мм};$$

$$2z_1^{max} = 37,371 - 32,551 \text{ мм.}$$

Контрольне правило за формулами (1.16-1.18):

$$2z_0^{max} = 37,371 - 31,92 = 5,451 \text{ мм};$$

$$2z_0^{min} = 35,771 - 32,08 = 3,691 \text{ мм};$$

$$5,451 - 3,691 = 1,600 + 0,16;$$

$$1,76 = 1,76 .$$

Результати показали, що контрольне правило виконується.

Розраховуємо виконавчі технологічні розміри, знаходимо номінальний розмір заготовки по формулі (1.26) [18]:

$$d_{1HOM} = d_{1MIN} + eid_1 = d_{1MAX} - esd_1 \quad (1.26)$$

$$d_{1HOM} = 35,771 + 0,5 = 37,371 - 11 = 36,271.$$

Виконавчий розмір заготовки дорівнює $36,271_{-0,5}^{+1,1}$ мм.

Призначення припусків на обробку та розрахунок технологічних розмірів методом Кована на Ø20H7.

Заготовка – штамповка на пресах, Rz =160 мкм, h=200 мкм, Td=1300 мкм;

Свердління, $R_z=50\text{мкм}$, $h=70\text{мкм}$, $T_d=210\text{ мкм}$;

Розточування, $R_z=32\text{мкм}$, $h=40\text{мкм}$, $T_d=84\text{ мкм}$;

Шліфування попереднє, $R_z=15\text{мкм}$, $h=15\text{мкм}$, $T_d=21\text{ мкм}$;

Встановлюємо за таблицями [18] значення мінімальних припусків.

Знаходимо за нормативами загальний припуск на обробку

$$z_0^{min} = 1400\text{ мкм}.$$

Розподіляємо припуск за переходами обробки:

Свердління: $z_{1min} = z_0^{min} * \gamma_1 = 1400 * 0,7 = 980\text{ мкм}$, $2z_{1min} = 1960\text{ мкм}$.

Розточування: $z_{2min} = z_0^{min} * \gamma_2 = 1400 * 0,2 = 280\text{ мкм}$, $2z_{2min} = 560\text{ мкм}$.

Термообробка.

Шліфування попереднє: $z_{3min} = z_0^{min} * \gamma_3 = 1400 * 0,1 = 140\text{ мкм}$, $2z_{3min} = 280\text{ мкм}$.

Розраховуємо граничні значення технологічних розмірів методом Кована за формулою (1.27) [18]:

$$D_i^{max} = D_i^{max} - 2z_{i+1}^{min}; \quad (1.27)$$

$$D_4^{max} = 20 + 0,021 = 20,021\text{ мм};$$

$$D_2^{max} = 20,021 - 0,280 = 19,74\text{ мм};$$

$$D_1^{max} = 19,741 - 0,560 = 19,181\text{мм};$$

$$D_{заг}^{max} = 19,181 - 1,960 = 17,221\text{ мм}.$$

Мінімальне значення розміру визначаємо по формулі 1.28 [18]:

$$D_i^{min} = D_i^{max} - TD_i; \quad (1.28)$$

$$D_4^{min} = 20,021 - 0,021 = 20 \text{ мм};$$

$$D_2^{min} = 19,741 - 0,084 = 19,657 \text{ мм};$$

$$D_1^{min} = 19,181 - 0,21 = 18,971 \text{ мм};$$

$$D_{зар}^{min} = 17,221 - 1,300 = 15,921 \text{ мм}.$$

Розраховуємо граничні значення припуску за формулою 1.29 [18] – максимальне значення припуску:

$$2z_i^{max} = 2z_i^{min} + TD_i - TD_{i-1}; \quad (1.29)$$

$$2z_4^{max} = 0,280 + 0,084 - 0,021 = 0,343 \text{ мм};$$

$$2z_2^{max} = 0,560 + 0,21 - 0,084 = 0,686 \text{ мм};$$

$$2z_1^{max} = 1,960 + 1,3 - 0,21 = 3,05 \text{ мм}.$$

Контрольне правило перевіряємо по формулі (1.30) [18];

$$Tz_0 = 2z_0^{max} - 2z_0^{min} = TD_3 - TD_d; \quad (1.30)$$

$$4,079 - 2,8 = 1,3 - 0,2;$$

$$1,279 = 1,279$$

Результати показали, що контрольне правило виконується.

Розраховуємо виконавчі технологічні розміри.

Знаходимо номінальний розмір заготовки по формулі (1.31) [18]:

$$D_{1НОМ} = D_{1MIN} + EID_1 = D_{1МАХ} - ESD_1; \quad (1.31)$$

$$D_{1НОМ} = 15,921 + 0,4 = 17,221 - 0,9 = 16,321.$$

Виконавчий розмір заготовки дорівнює $\varnothing 16,321^{+0,4}_{-0,9}$ мм.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 - Розрахунок припусків і технологічних розмірів вилки

Розрахунковий розмір, мм	Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри мм		Граничні припуски мкм		Виконавчий розмір, мм
		Rz	h	ρ	ε_i				Dmax	Dmin	2Zmax	2Zmin	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\varnothing 20H7^{(+0,021)}$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	17,221	1300	17,221	15,921	-	-	$\varnothing 16,321$ $IT16^{(+0,4}_{-0,9})$
	Свердління	50	70	42	47	1960	19,181	210	19,181	18,971	3050	1960	$\varnothing 19,181$ $H12^{(+0,210)}$
	Розсвердлення	32	40	2	19	560	19,741	84	19,741	19,657	686	560	$\varnothing 19,741$ $H10^{(+0,084)}$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	15	15	16	0	280	20,021	21	20,021	20	343	280	$\varnothing 20H7^{(+0,021)}$
$32js11 (\pm 0,08)$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	37,371	1600	37,371	35,771	-	-	36,271 $IT16^{(+1,1}_{-0,5})$
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	1960	33,171	620	33,171	32,551	3983	2130	33,171 $h14^{(-0,62)}$
	Фрезерування чистове	10	10	2	19	560	32,378	250	32,378	32,128	733	173	32,378 $h12^{(-0,25)}$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	10	20	16	0	280	32,08	160	32,08	31,92	425	48	32js11 $(\pm 0,08)$

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\varnothing 16H7 \left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ -0,018 \end{smallmatrix} \right)$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	11,85	1100	12,950	11,85	-	-	$\varnothing 11,55$ IT16 $\left(\begin{smallmatrix} +0,3 \\ -0,8 \end{smallmatrix} \right)$
	Свердління	50	70	42	47	1960	14,91	180	15,090	14,91	3240	1960	$\varnothing 14,91$ H12 $\left(\begin{smallmatrix} +0,180 \\ -0,180 \end{smallmatrix} \right)$
	Розсвердлення	32	40	2	19	560	15,65	70	15,720	15,65	810	560	$\varnothing 15,65$ H10 $\left(\begin{smallmatrix} +0,070 \\ -0,070 \end{smallmatrix} \right)$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	15	15	16	0	280	16	18	16,018	16	368	280	$\varnothing 16H7$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ -0,018 \end{smallmatrix} \right)$
64js11 ($\pm 0,095$)	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	69,835	1900	69,835	67,935	-	-	68,535 IT16 $\left(\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,6 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	1960	65,957	740	65,957	65,235	4600	1960	65,957 h14 $\left(\begin{smallmatrix} -0,74 \\ -0,74 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чистове	10	10	2	19	560	64,675	300	64,675	64,375	1600	560	64,675 h12 $\left(\begin{smallmatrix} -0,30 \\ -0,30 \end{smallmatrix} \right)$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	10	20	16	0	280	64,095	190	64,095	63,905	770	280	64js11 ($\pm 0,095$)

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$46H8 \left(\begin{smallmatrix} +0,039 \\ -0,039 \end{smallmatrix} \right)$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	41,250	1600	42,850	41,250	-	-	42,35 IT16 $\left(\begin{smallmatrix} +0,5 \\ -1,1 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	1960	44,810	250	45,060	44,810	3810	1960	44,81 H12 $\left(\begin{smallmatrix} +0,25 \\ -0,25 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чистове	10	10	2	19	560	45,620	100	45,720	45,620	910	560	45,62 H10 $\left(\begin{smallmatrix} +0,1 \\ -0,1 \end{smallmatrix} \right)$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	10	20	16	0	280	46	39	46,039	46	419	280	46H8 $\left(\begin{smallmatrix} +0,039 \\ -0,039 \end{smallmatrix} \right)$
$60,2H11 \left(\begin{smallmatrix} -0,19 \\ -0,19 \end{smallmatrix} \right)$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	65,940	1900	65,940	64,040	-	-	64,64 IT16 $\left(\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,6 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	1960	62,080	740	62,080	61,340	4600	1960	61,34 h14 $\left(\begin{smallmatrix} -0,74 \\ -0,74 \end{smallmatrix} \right)$
	Фрезерування чистове	10	10	2	19	560	60,780	300	60,780	60,480	1600	560	60,48 h12 $\left(\begin{smallmatrix} -0,30 \\ -0,30 \end{smallmatrix} \right)$
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	10	20	16	0	280	62	190	62	60,01	770	280	60,2 h11 $\left(\begin{smallmatrix} -0,19 \\ -0,19 \end{smallmatrix} \right)$

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$25,2h12 \begin{pmatrix} -0,21 \end{pmatrix}$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	30,150	1300	30,150	28,850	-	-	28,45 IT16 ^(+0,9) _(-0,4)
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	1960	26,890	520	26,890	26,370	3780	1960	26,89 h14 ^(-0,52)
	Фрезерування чистове	10	10	2	19	560	25,810	330	25,810	25,480	1410	560	25,81 h13 ^(-0,33)
	Термообробка	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Шліфування попереднє	10	20	16	0	280	25,2	210	25,2	24,99	820	280	25,2 h12 ^(-0,21)
$90h14 \begin{pmatrix} -0,87 \end{pmatrix}$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	94,500	2200	94,500	92,300	-	-	93 IT16 ^(+1,5) _(-0,7)
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	2300	90,000	870	90,000	89,130	3500	2300	90 h14 ^(-0,87)
$134h14 \begin{pmatrix} -0,1 \end{pmatrix}$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	138,800	2500	138,800	136,300	-	-	137,2 IT16 ^(+1,6) _(-0,9)
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	2300	134,000	1000	134,000	133,000	5800	2300	134 h14 ^(-0,1)
$86h14 \begin{pmatrix} -0,87 \end{pmatrix}$	Заготівка штамповка	160	200	703	-	-	90,500	2200	90,500	88,300	-	-	89 IT16 ^(+1,5) _(-0,7)
	Фрезерування чорнове	20	20	42	47	2300	86,000	870	86,000	85,130	3500	2300	86 h14 ^(-0,87)

1.6 Проектування операційної технології

Вихідні данні:

1. Деталь – вилка.
2. Матеріал – Сталь 30Х2Н2ВФМА-Ш.
3. Заготовка – штамповка.
4. Твердість деталі – HRC 32,0...42,5.

1.6.1 Операція 010 – фрезерна

Операційний ескіз зображений на рис. 1.3.

Верстат: універсально - фрезерний ОФ-250.

Ріжучий інструмент: дискова фреза , $D=160\text{мм}$, $d=40\text{мм}$, $z=16$, Р6М5
ГОСТ 1671-77.

Глибина різання дорівнює: $t=67,3\text{ мм}$.

Подача на зуб призначається в залежності від типу фрези потужності верстата [6, с.283,табл. 34]:

$$S_z = 0 \text{ мм/зуб.}$$

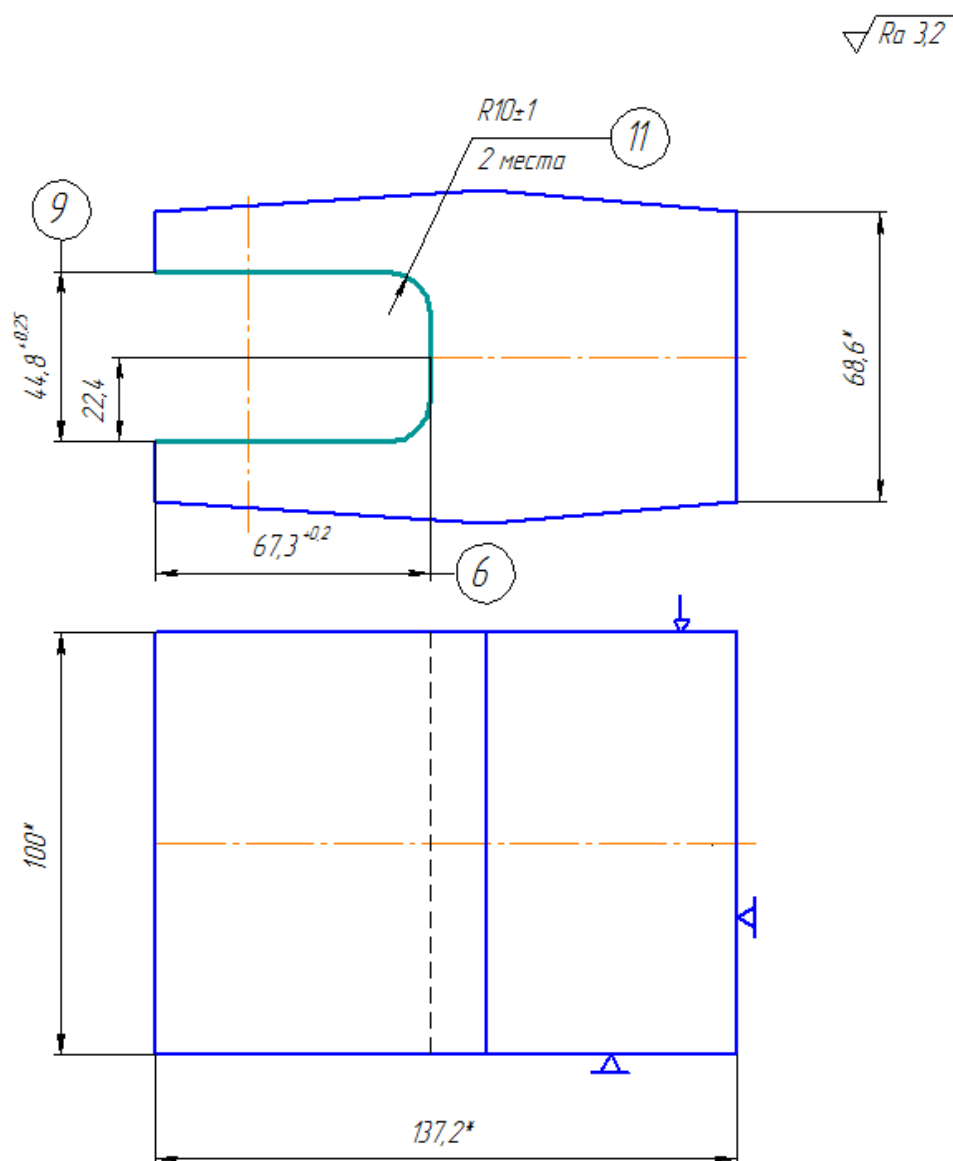


Рисунок 1.3 – Операційний ескіз фрезерної операції

Швидкість різання розраховується за формулою (1.32) [10]:

$$V_{\text{роз}} = V_{\text{таб}} * K_{mv} * K_{TV} * K_v * K_{bv} * K_{nv} * K_{zv} \quad (1.32)$$

де $V_{\text{таб}}$ – табличне значення швидкості різання, мм/об;

K_{mv} – коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріалу;

K_{TV} – коефіцієнт, який залежить від відношення фактичної стійкості до нормативної;

K_{nv} – коефіцієнт, який залежить від характеру заготовки;

K_v – коефіцієнт, який залежить від характеру обробки;

K_{bv} – коефіцієнт, який залежить від відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної;

$$V_{\text{таб}} = 56 \text{ м/хв. [4, с.365, карта 31];}$$

$$K_{mv} = 0,73;$$

$$K_{TV} = 1;$$

$$K_{nv} = 0,8;$$

$$K_v = 1;$$

$$K_{bv} = 1 \text{ [4, с.409, карта 55];}$$

$$V_{\text{роз}} = 56 * 0,73 * 1 * 1 * 0,8 * 1 = 32,7 \text{ м/хв.}$$

Число обертів розраховується за формулою (1.33) [10]:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \quad (1.33)$$

$$n = \frac{1000*32,7}{3,14*67,3} = 154,8 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{факт}} = 160 \text{ об/хв.}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання за формулою (1.34) [10]:

$$V_{\text{дійс}} = \frac{\pi D n}{1000}; \quad (1.34)$$

$$V_{\text{дійс}} = \frac{3,14*67*160}{1000} = 33,8 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача призначається по [4, с.365, карта 31].

Дійсна подача визначається за формулою (1.35) [10]:

$$S_M^{\text{дейст}} = k_{bsM} * S_M \quad (1.35)$$

де $k_{bsM}=1,02$ – поправочний коефіцієнт на ширину фрезерування.

Хвилинна подача визначається за формулою (1.36) [10]:

$$S_M = S_z * n * z \quad (1.36)$$

$$S_M = 0,1 * 160 * 16 = 256 \text{ мм/хв}$$

По формулі (1.35):

$$S_M^{\text{дейст}} = 1 * 256 = 256 \text{ мм/хв}$$

Перевірка обраного режиму по потужності.

Потужність, потрібна для різання $N_{\text{різ}} = 41 \text{ кВт}$. По паспорту верстата потужність $N_{\text{різ}} = 7,5 \text{ кВт}$. Отже верстат не лімітує вибраного режиму.

Основний час на обробку розраховується за формулою (1.37) [10]:

$$t_o = \frac{l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}}{S_M} \quad (1.37)$$

де l – довжина оброблюємої поверхні, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врізання, мм;

$l_{\text{пер}}$ – величина перебігу, мм.

$l_{\text{вр}} = 4 \text{ мм}$; $l_{\text{пер}} = 0 \text{ мм}$.

$$t_o = \frac{67,3 + 3}{256} * 1 = 0,27 \text{ хв}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.38) [10]:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст.знят.}} + t_{\text{крп.}} + t_{\text{уск.рух}} + t_{\text{контр,хв}} \quad (1.38)$$

де $t_{\text{вст.знят.}}$ – час на встановлення та зняття деталі;

$t_{\text{крп.}}$ – час на керування верстатом;

$t_{\text{уск.рух}}$ – час на прискорений швидкий підвід ріжучого інструменту з вихідного положення в положення врізання та відвід в вихідне положення;

$t_{\text{контр}}$ – час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі.

Час на встановлення та зняття деталі $t_{\text{вст.знят.}}$ – 0,15хв [4, с.434,карта 62].

Час на керування верстатом розраховується за формулою (1.39) [10]:

$$t_{\text{крп.}} = t_{\text{вкл.}} * i + t_{\text{смс}} * i + t_{\text{смн}} * i, \text{ хв} \quad (1.39)$$

де $t_{\text{смс}}$ – час на зміну подачі, $t_{\text{смс}} = 0,03$ хв. [4, с.442,карта 64];

$t_{\text{смн}}$ – час на зміну числа обертів, $t_{\text{смн}} = 0,04$ хв. [4, с.442,карта 64];

i – кількість дій.

$$t_{\text{крп.}} = 0,03 * 2 + 0,04 * 2 = 0,14 \text{ хв}$$

Час на прискорений рух розраховується за формулою (1.40) [10]:

$$t_{\text{пр.рух}} = t_{\text{б.п.}} * i + t_{\text{б.о.}} * i \quad (1.40)$$

де $t_{\text{б.п.}}$ – час на прискорений швидкий підвід ріжучого інструменту з вихідного положення в положення врізання, хв;

$t_{\text{б.о.}}$ – час на відвід в вихідне положення, хв;

i – кількість дій.

$$t_{\text{пр.рух}} = 0,1 * 1 + 0,1 * 1 = 0,2 \text{ хв}$$

Час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі розраховується за формулою (1.41) [10]:

$$t_{\text{контр.}} = t_{\text{к.п.}} * K * i \quad (1.41)$$

де $t_{\text{к.п.}}$ – час на вимірювання одного параметру, хв;

K – коефіцієнт періодичності;

i – кількість вимірювань (кількість поверхонь);

$t_{\text{к.п.}} = 0,09$ хв. хв [4, с.446, карта 67] ; $K = 0,3$; $i = 1$.

$$t_{\text{контр.}} = 0,09 * 0,3 * 1 = 0,03 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп.}} = 0,15 + 0,14 + 0,2 + 0,03 = 0,52 \text{ хв.}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.42) [10]:

$$t_{\text{оп.}} = t_o + t_{\text{доп.}} \quad (1.42)$$

$$t_{\text{оп.}} = 0,27 + 0,52 = 0,79 \text{ хв.}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.43) [10]:

$$t_{\text{дод.}} = t_{\text{оп.}} * (\alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{від}}) , \quad (1.43)$$

де $\alpha_{\text{орг}}$ – відсоток від оперативного часу, необхідний на організацію робочого місця перед початком виконання операції, хв;

$\alpha_{\text{тех}}$ – відсоток від оперативного часу, необхідний на технічне обслуговування, хв;

$\alpha_{\text{від}}$ – відсоток від оперативного часу, необхідний на відпочинок, хв.

$$t_{\text{дод.}} = 0,79 * (0,03 + 0,02 + 0,04) = 0,07 \text{ хв.}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.44) [10]:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{дод.}}, \text{ хв.} \quad (1.44)$$

$$t_{\text{шт.}} = 0,79 + 0,07 = 0,84 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час розраховується за формулою (1.45) [10]:

$$t_{\text{пз}} = t_{\text{пз1}} + t_{\text{пз2}} + t_{\text{пз3}} \quad (1.45)$$

де $t_{\text{пз1}}$ - норматив часу на наладку верстата та пристосування, хв;

$t_{\text{пз2}}$ - норматив часу на установку ріжучого інструменту, хв;

$t_{\text{пз3}}$ - норматив часу на отримання ріжучого інструменту та здача його після закінчення зміни, хв.

$$t_{\text{пз1}} = 14 \text{ хв.}; t_{\text{пз2}} = 2 \text{ хв.}; t_{\text{пз3}} = 7 \text{ хв.} [4, \text{ с.422, карта 56}].$$

$$t_{\text{пз}} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.46) [10]:

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{n}, \quad (1.46)$$

де n - об'єм партії заготовок, що надходять у виробництво.

$$t_{\text{шк}} = 0,86 + \frac{23}{200} = 0,98 \text{ хв.}$$

1.6.2 Операція 045 – фрезерна

Операційний ескіз операції зображено на рис. 1.4.

Верстат: універсально - фрезерний ОФ-250.

Ріжучий інструмент: дискова фреза , $D=160\text{ мм}$, $d=40\text{ мм}$, $z=16$, Р6М5
ГОСТ 1671-77.

Глибина різання дорівнює: $t=65\text{ мм}$.

Подача на зуб призначається в залежності від типу фрези потужності
верстата [6, с.283,табл. 34]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$$

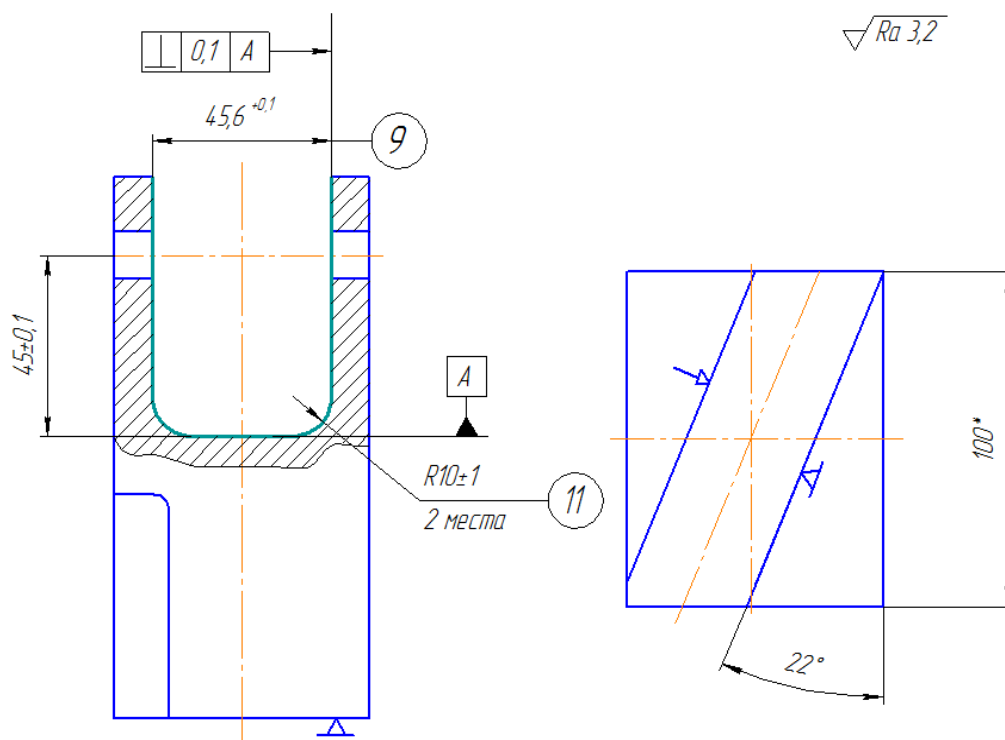


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз фрезерної операції

Швидкість різання розраховується за формулою (1.32):

$$V_{\text{роз}} = 56 * 0,73 * 1 * 1 * 1 * 1 = 40,9 \text{ м/хв.}$$

$$V_{\text{таб}} = 56 \text{ м/хв. [4, с.365, карта 31];}$$

$$K_{mv} = 0,73;$$

$$K_{TV} = 1;$$

$$K_{nv} = 1;$$

$$K_v = 1;$$

$$K_{bv} = 1 \text{ [4, с.409, карта 55];}$$

Число обертів розраховується за формулою (1.33):

$$n = \frac{1000 * 40,9}{3,14 * 65} = 200,4 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{факт.}} = 200 \text{ об/хв.}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання за формулою (1.34):

$$V_{\text{дійс}} = \frac{3,14 * 65 * 200}{1000} = 40,82 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача розраховується за формулами (1.35-1.36):

$$S_M = 0,1 * 20 * 16 = 320 \text{ мм/хв}$$

$$S_M^{\text{дейст}} = 1 * 320 = 320 \text{ мм/хв}$$

Перевірка вибраного режиму по потужності.

Потужність, потрібна для різання $N_{\text{різ}} = 3,6$ кВт. По паспорту верстата потужність $N_{\text{різ}} = 7,5$ кВт. Отже верстат не лімітує вибраного режиму.

Основний час на обробку розраховується за формулою (1.37):

$$t_o = \frac{65 + 3}{320} * 1 = 0,22 \text{ хв.}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.38):

Час на встановлення та зняття деталі $t_{\text{вст.знят.}} = 0,15$ хв [4, с.434, карта 62].

Час на керування верстатом розраховується за формулою (1.39):

$t_{\text{смс}} = 0,03$ хв.; $t_{\text{смн}} = 0,04$ хв [4, с.442, карта 64].

$$t_{\text{крп.}} = 0,03 * 2 + 0,04 * 2 = 0,14 \text{ хв}$$

Час на прискорений рух розраховується за формулою (1.40):

$$t_{\text{пр.рух.}} = 0,1 * 1 + 0,1 * 1 = 0,2 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі розраховується за формулою (1.41):

$$t_{\text{к.п.}} = 0,09 \text{ хв. хв [4, с.446, карта 67] ; } K = 0,3; i = 1.$$

$$t_{\text{контр.}} = 0,09 * 0,3 * 1 = 0,03 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп.}} = 0,15 + 0,14 + 0,2 + 0,03 = 0,52 \text{ хв.}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.42):

$$t_{\text{оп.}} = 0,22 + 0,52 = 0,74 \text{ хв.}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.43):

$$t_{\text{дод.}} = 0,74 * (0,03 + 0,02 + 0,04) = 0,07 \text{ хв.}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.44):

$$t_{\text{шт.}} = 0,74 + 0,07 = 0,81 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час розраховується за формулою (1.45):

$$t_{\text{пз1}} = 14 \text{ хв.}; t_{\text{пз2}} = 2 \text{ хв.}; t_{\text{пз3}} = 7 \text{ хв. [4, с.422, карта 56].}$$

$$t_{\text{пз}} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.46):

$$t_{\text{шк}} = 0,81 + \frac{23}{200} = 0,93 \text{ хв.}$$

1.6.3 Операція 040 – свердлильна

Операційний ескіз зображено на рис. 1.5.

Верстат: радіально-свердлильний мод. 2М112.

Ріжучий інструмент: свердла Ø16; Ø12, L= 140мм, l=7, P6M5 ГОСТ 10903-77.

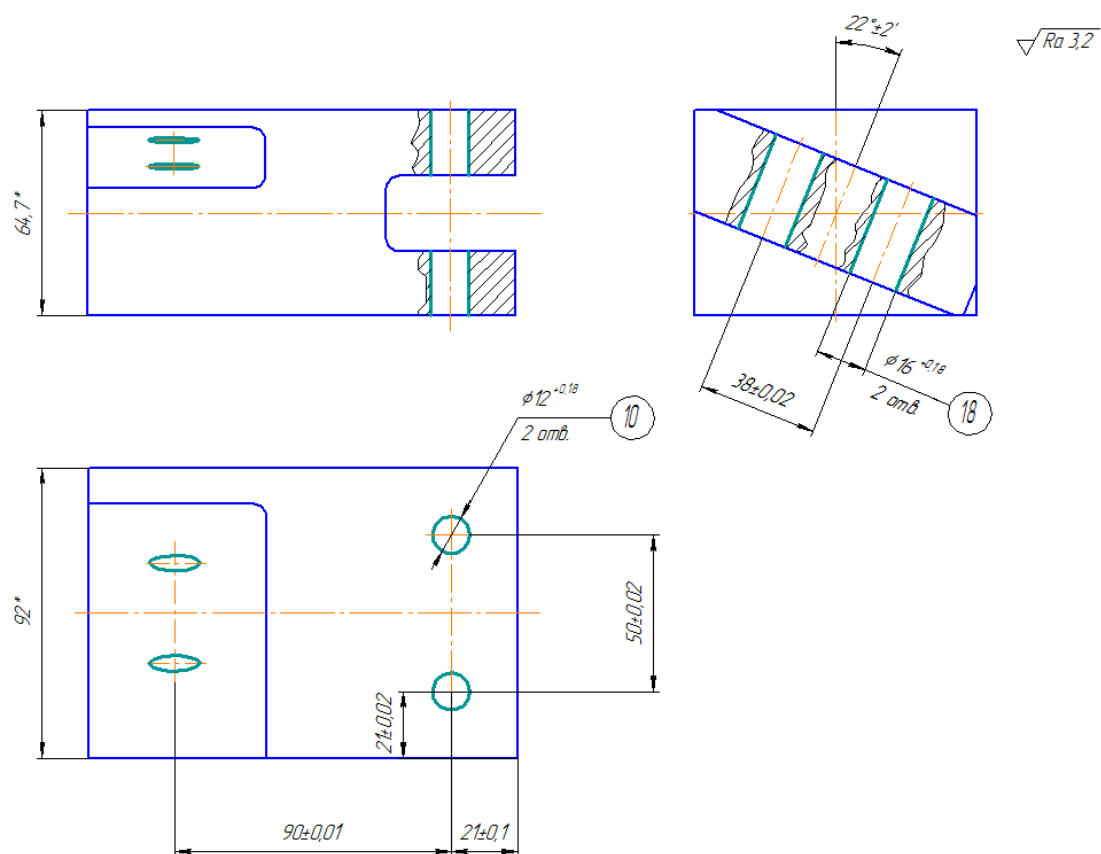


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз свердильної операції

Глибина різання розраховується за формулою (1.47) [10]:

$$t = \frac{D}{2}, \quad (1.47)$$

де D – діаметр отвору, мм.

$$t = \frac{16}{2} = 8 \text{ мм}$$

Подача призначається за рекомендаціями [4, с.234, карта 3]

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$$

Швидкість призначається за рекомендаціями [4, с.270, карта 27]

$$V_{\text{табл.}} = 37,9 \text{ м/мин}$$

Число обертів розраховується за формулою (1.33):

$$n = \frac{1000 \cdot 37,9}{3,14 \cdot 16} = 755 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{факт}} = 710 \text{ об/хв.}$

Розраховуємо дійсну швидкість різання за формулою (1.34):

$$V_{\text{дійс}} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 710}{1000} = 35,67 \text{ м/хв.}$$

Основний час на обробку розраховується за формулою (1.48):

$$t_o = \frac{l + l_{\text{вр}}}{S_o \cdot n} \cdot i, \quad (1.48)$$

де l – довжина отвору, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врзання, мм;

i – кількість отворів, мм.

$$t_o = \frac{32,4 + 3}{0,2 \cdot 710} \cdot 4 = 0,68 \text{ хв.}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.38):

Час на встановлення та зняття деталі $t_{\text{вст.знят.}} = 0,17 \text{ хв}$ [4, с.141, карта 52]

Час на керування верстатом розраховується за формулою (1.39):

$$t_{\text{смS}} = t_{\text{смn}} = 0,03 [4, \text{с.156, карта 61}]$$

$$t_{\text{крп.}} = 0,03 * 2 + 0,03 * 2 = 0,18 \text{ хв.}$$

Час на прискорений рух розраховується за формулою (1.40):

$$t_{\text{пр.рух.}} = 0,1 * 6 + 0,1 * 6 = 1,2 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі розраховується за формулою (1.41):

$$t_{\text{к.п.}} = 0,1 \text{ хв. хв [4, с.446, карта 67] ; } K = 0,3; i = 8.$$

$$t_{\text{контр.}} = 0,1 * 0,3 * 8 = 0,24 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп.}} = 0,17 + 0,18 + 1,2 + 0,24 = 1,79 \text{ хв.}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.42):

$$t_{\text{оп.}} = 0,68 + 1,79 = 2,47 \text{ хв.}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.43):

$$t_{\text{дод.}} = 2,47 * (0,03 + 0,02 + 0,04) = 0,22 \text{ хв.}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.44):

$$t_{\text{шт.}} = 2,47 + 0,22 = 2,69 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час розраховується за формулою (1.45):

$$t_{\text{пз1}} = 24 \text{ хв. ; } t_{\text{пз2}} = 10 \text{ хв. ; } t_{\text{пз3}} = 7 \text{ хв. [4, с.422, карта 56].}$$

$$t_{\text{пз}} = 24 + 10 + 7 = 41 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.46):

$$t_{\text{шк}} = 2,69 + \frac{41}{200} = 2,9 \text{ хв.}$$

1.6.4 Операція 95 – шліфувальна

Операційний ескіз зображено на рис. 1.6.

Верстат: плоскошліфувальний: мод. 3Е711В.

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг – ПП 250х40х76 24А 25 С1 5
К5 35м/с ГОСТ 2424-81 [3,табл.169, с.252].

Вимірювальний інструмент: шаблон спеціальний.

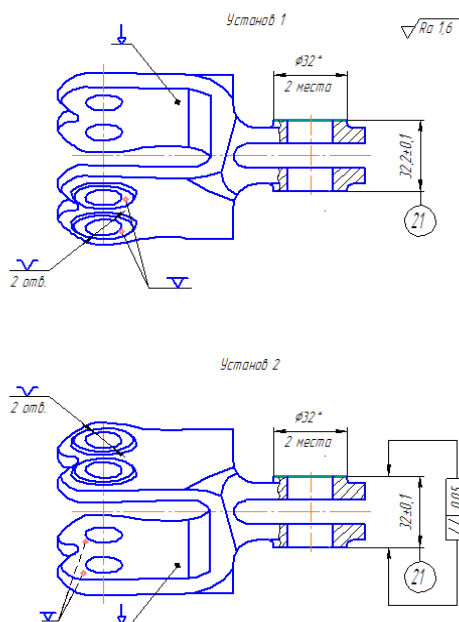


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз шліфувальної операції

Розрахунок режимів різання на шліфування методом врізання.

Швидкість шліфувального круга розраховується за формулою (1.49)

[10]:

$$V_{кр} = \frac{\pi D_k n}{60 \cdot 1000}, \quad (1.49)$$

де D_k – діаметр шліфувального круга, мм;

n – частота обертання шліфувального круга, об/хв.

$$V_{кр} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 1590}{60 \cdot 1000} = 20,8025 \text{ м/с}$$

Швидкість руху повздовжньої подачі: $V_{сп} = 8 \text{ м/хв.}$ [4, с.695, карта 56]

Поперечна подача приймається в діапазоні до 35 мм/хід.

$$S_{поп} = 32 \text{ мм/хід}$$

Призначаємо подачу на глибину на прохід: $S_{вер} = 0,015 \text{ мм/хід}$ [4, с.695, карта 56]

Основний час на обробку розраховується за формулою (1.50) [10]:

$$t_o = \frac{H \cdot L \cdot h}{1000 \cdot V_{сп} \cdot S_{вер} \cdot S_{поп} \cdot q} \cdot i, \quad (1.50)$$

де h – припуск, мм;

H – переміщення круга у напрямку поперечної подачі мм;

$S_{вер}$ – подача на глибину на прохід, мм/хід;

$S_{поп}$ – поперечна подача, мм/хід;

$V_{сп}$ – швидкість руху повздовжньої подачі, м/хв;

q – кількість заготовок встановлених на столі одночасно, шт.;

i – кількість переходів.

$$t_o = \frac{131 * 80 * 0,2}{1000 * 8 * 0,015 * 32 * 1} * 2 = 1,09 \text{ хв.}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.38):

Час на встановлення та зняття деталі $t_{\text{вст.знят.}}$ - 0,4 хв [4, с.639, карта 15]

Час на керування верстатом розраховується за формулою (1.39):

$$t_{\text{смс}} = t_{\text{смл}} = 0,03 \text{ [4, с.641, карта 17].}$$

$$t_{\text{крп.}} = 0,03 * 2 + 0,03 * 2 = 0,12 \text{ хв.}$$

Час на прискорений рух розраховується за формулою (1.40):

$$t_{\text{пр.рух.}} = 0,06 * 2 = 0,12 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі розраховується за формулою (1.41):

$$t_{\text{к.п.}} = 0,44 \text{ хв. хв [4, с.446, карта 67] ; } K = 1; i = 1.$$

$$t_{\text{контр.}} = 0,44 * 1 * 1 = 0,03 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп.}} = 0,4 + 0,12 + 0,12 + 0,44 = 1,08 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.42):

$$t_{\text{оп.}} = 1,09 + 1,08 = 2,17 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування розраховується за формулою (1.51):

$$t_{\text{тех}} = \frac{t_{\text{пр}} * t_o * 1,1}{T} \quad (1.51)$$

де $t_{\text{пр}}$ – час правки, хв;

T – стійкість шліфувального круга, хв.

$$t_{\text{тех}} = \frac{1,7 * 1,09 * 1,1}{5} = 0,41 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.43):

$$t_{\text{дод.}} = 0,41 + 2,17 * (0,02 + 0,04) = 0,54 \text{ хв.}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.44):

$$t_{\text{шт.}} = 2,17 + 0,54 = 2,71 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час розраховується за формулою (1.45):

$$t_{\text{пз1}} = 7 \text{ хв.}; [4, \text{ с.646, карта 20}].$$

$t_{\text{пз2}} = 20 \text{ хв.}$ – настройка пристосування для автоматичного вимірювання в процесі шліфування.

$$t_{\text{пз}} = 7 + 10 = 17 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.46):

$$t_{\text{шк}} = 2,71 + \frac{17}{200} = 2,8 \text{ хв.}$$

1.6.5 Операція 100 – шліфувальна

Операційний ескіз зображено на рис. 1.7.

Верстат: плоскошліфувальний мод. 3Е711В.

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг – ПП 250х40х76 24А 25 С1 5 К5 35м/с ГОСТ 2424-81 [3,табл.169, с.252].

Вимірювальний інструмент: шаблон спеціальний.

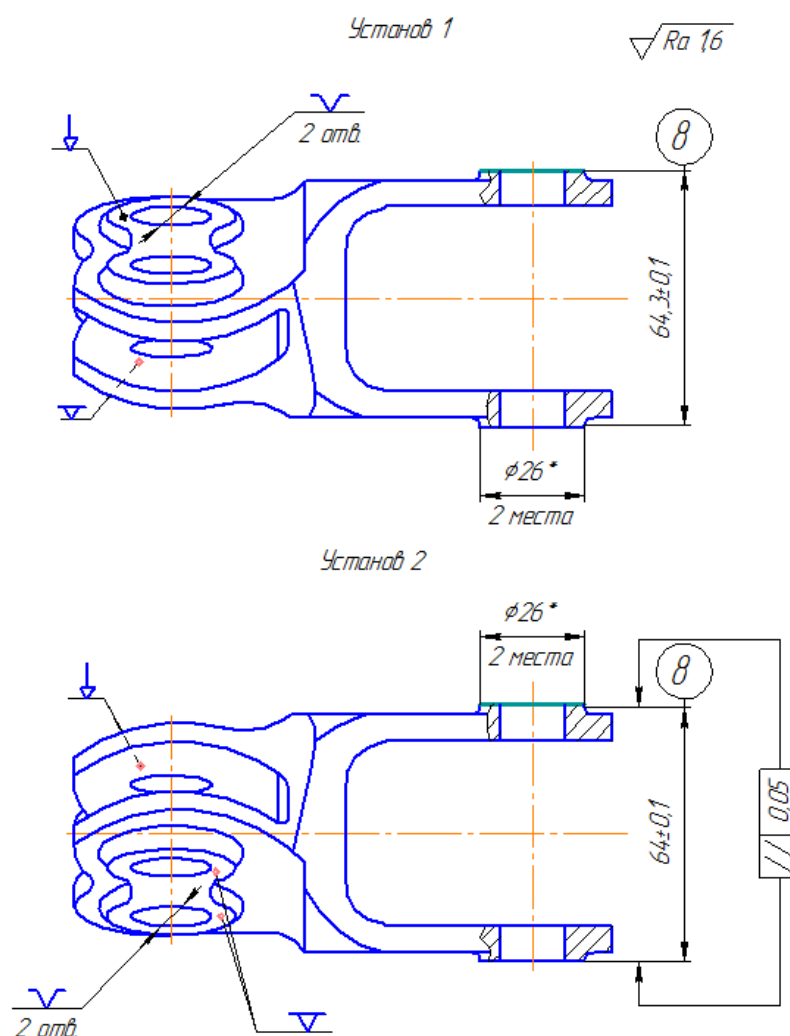


Рисунок 1.7 – Операційний ескіз шліфувальної операції

Розрахунок режимів різання на шліфування методом врізання.

Швидкість шліфувального круга розраховується за формулою (1.49):

$$V_{кр} = \frac{3,14 * 250 * 1590}{60 * 1000} = 20,8025 \text{ м/с}$$

Швидкість руху повздовжньої подачі: $V_{сп} = 8 \text{ м/хв.}$ [4, с.695, карта 56]

Поперечна подача приймається в діапазоні до 35 мм/хід.

$$S_{поп} = 32 \text{ мм/хід}$$

Призначаємо подачу на глибину на прохід: $S_{вер} = 0,015 \text{ мм/хід}$
[4, с.695, карта 56]

Основний час на обробку розраховується за формулою (1.50):

$$t_o = \frac{135 * 86 * 0,3}{1000 * 8 * 0,015 * 32 * 1} * 2 = 1,81 \text{ хв.}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.38):

Час на встановлення та зняття деталі $t_{вст.знят.} = 0,4 \text{ хв}$ [4, с.639, карта 15].

Час на керування верстатом розраховується за формулою (1.39):

$$t_{смS} = t_{смn} = 0,03 \text{ [4, с.641, карта 17].}$$

$$t_{крп.} = 0,03 * 2 + 0,03 * 2 = 0,12 \text{ хв.}$$

Час на прискорений рух розраховується за формулою (1.40):

$$t_{пр.рух.} = 0,06 * 2 = 0,12 \text{ хв.}$$

Час, необхідний для вимірювання та контролю основних параметрів оброблюємої деталі розраховується за формулою (1.41):

$$t_{\text{к.п.}} = 0,44 \text{ хв. хв} [4, \text{с.446, карта 67}] ; K = 1; i = 1.$$

$$t_{\text{контр.}} = 0,44 * 1 * 1 = 0,03 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп.}} = 0,4 + 0,12 + 0,12 + 0,44 = 1,08 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.42):

$$t_{\text{оп.}} = 1,81 + 1,08 = 2,89 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування розраховується за формулою (1.51):

$$t_{\text{тех}} = \frac{1,7 * 1,81 * 1,1}{5} = 0,68 \text{ хв}$$

$$t_{\text{дод.}} = 0,68 + 2,89 * (0,02 + 0,04) = 0,85 \text{ хв.}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.44):

$$t_{\text{шт.}} = 2,89 + 0,85 = 3,74 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час розраховується за формулою (1.45):

$$t_{\text{пз1}} = 7 \text{ хв.} ; [4, \text{с.646, карта 20}].$$

$t_{\text{пз2}} = 20 \text{ хв.}$ — настройка пристосування для автоматичного вимірювання в процесі шліфування.

$$t_{\text{пз}} = 7 + 10 = 17 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.46):

$$t_{\text{шк}} = 3,74 + \frac{17}{200} = 3,83 \text{ XB.}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Розрахунок режимів різання по операціям

№ оп	Найменування переходу	Зміст переходів	Обладнання	t, мм	Режими різання			T ₀ , хв.
					п, хв. ⁻¹	S, мм/об	V, м/хв	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Фрезерна	Фрезерувати пов. 6,9,11	ОФ-250	67,3	160	S _м =256мм/хв	33,8	0,27
T ₀								0,27
15	Фрезерна	Фрезерувати пов. 21	ОФ-250	2	800	S _м =80 мм/хв	25,2	15,6
T ₀								15,6
25	Фрезерна	Фрезерувати пов. 2,4,26	ОФ-250	2	800	S _м =80 мм/хв	25,2	11,5
T ₀								11,5
30	Фрезерна	Фрезерувати пов. 21	ОФ-250	2	800	S _м =80 мм/хв	25,2	12,3
T ₀								12,3

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	Свердлильний	Свердлити отвори Ø16; Ø12	2М112	8	710	0,2	35,67	0,68
T _o								0,68'
45	Фрезерна	Фрезерувати пов. 9,11	ОФ-250	65	200	S _м =320 мм/хв	40,82	0,22
T _o								0,22
50	Шліфувальна	Шліфувати пов. 21	3Е711В	0,3	n _{кр} = 1590	S _{поп} =32мм/хв д S _{вер} =0,015мм /хв	V _{сп} =8 V _{кр} = 1248	5,3
T _o								5,3
55	Фрезерна	Фрезерувати пов. 15,17,20	ОФ-250	52,5	160	S _м =256мм/хв	33,8	0,35
T _o								0,35
95	Шліфувальна	Шліфувати пов. 21	3Е711В	0,2	n _{кр} = 1590	S _{поп} =32мм/хв д S _{вер} =0,015мм /хв	V _{сп} =8 V _{кр} = 1248	1,09
T _o								1,09
100	Шліфувальна	Шліфувати пов. 8	3Е711В	0,3	n _{кр} = 1590	S _{поп} =32мм/хв д S _{вер} =0,015мм /хв	V _{сп} =8 V _{кр} = 1248	1,81
T _o								1,81

Результати розрахунків норм часу по операціям заносимо до таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Норми часу по операціям

№	Найменування операції	Модель	Норми часу						
			$T_{\text{осн, хв.}}$	$T_{\text{в, хв.}}$	$T_{\text{оп, хв.}}$	$a_{\text{обсл, \%}}$	$a_{\text{отд, \%}}$	$T_{\text{шт-к, хв.}}$	$T_{\text{п.з., хв.}}$
10	Фрезерна	ОФ-250	0,27	0,52	0,79	2	4	0,98	23
15	Фрезерна	ОФ-250	15,6	1,72	17,32	2	4	18,2	23
25	Фрезерна	ОФ-250	11,5	1,72	13,22	2	4	13,8	23
30	Фрезерна	ОФ-250	12,3	1,72	14,02	2	4	14,63	23
40	Свердлильна	2М112	0,68	1,79	2,47	2	4	2,9	41
45	Фрезерна	ОФ-250	0,22	0,52	0,74	2	4	0,93	23
50	Шліфувальна	3Е711В	5,3	1,16	6,46	2	4	6,64	17
55	Фрезерна	ОФ-250	0,35	0,52	0,87	2	4	1,18	23
95	Шліфувальна	3Е711В	1,09	1,08	2,17	2	4	2,8	17
100	Шліфувальна	3Е711В	1,81	1,08	2,89	2	4	3,83	17

1.7 Розробка РТК УП

Для підготовки керуючих програм застосовують формалізовану мову АРТ. Вхідна інформація написана на цій мові поступає на процесор у вигляді програми на обробку деталі. Процесор - це система, що має вхідну мову для опису конфігурації деталей, траєкторії руху і параметрів інструменту, технологічних команд і так далі. Він остаточно формує траєкторію руху інструментів і розраховує координати опорних точок, перетворюючи інформацію про траєкторію руху інструменту у вид CL DATA і передає її

постпроцесору, який перетворить цю інформацію в керуючу програму для конкретної системи ЧПУ з урахуванням паспортних характеристик верстата.

Початкова програма - набір операторів, що описує :

- 1) скалярні і геометричні величини,
- 2) траєкторію руху інструменту,
- 3) технологічні режими і умови обробки деталі,
- 4) організацію процесу виконання програми.

Підготовка початкових даних в системі АРТ.

Початковими даними для розробки програми в системі АРТ є розрахунково-технологічна карта (РТК) обробки деталі, включаючи операційні ескізи деталі, устаткування і режими різання. Переміщення різця по контрольних точках може відбуватися:

- по координатах цих точок;
- по приростах;
- по лініях траєкторії.

Розробка РТК УП на операцію 070 фрезерну з ЧПК

Операційний ескіз показаний на рис 1.8.

Орієнтуємо систему координат верстата відносно деталі рис. 1.9. Додаємо заготовку рис. 1.10. Задаємо в геометричній групі WORKPIECE деталь і заготовку. В геометричній групі AVOIDANCE задаємо начальну точку і точку повернення. Задаємо частоти обертання шпинделя і подачу рис. 1.11.

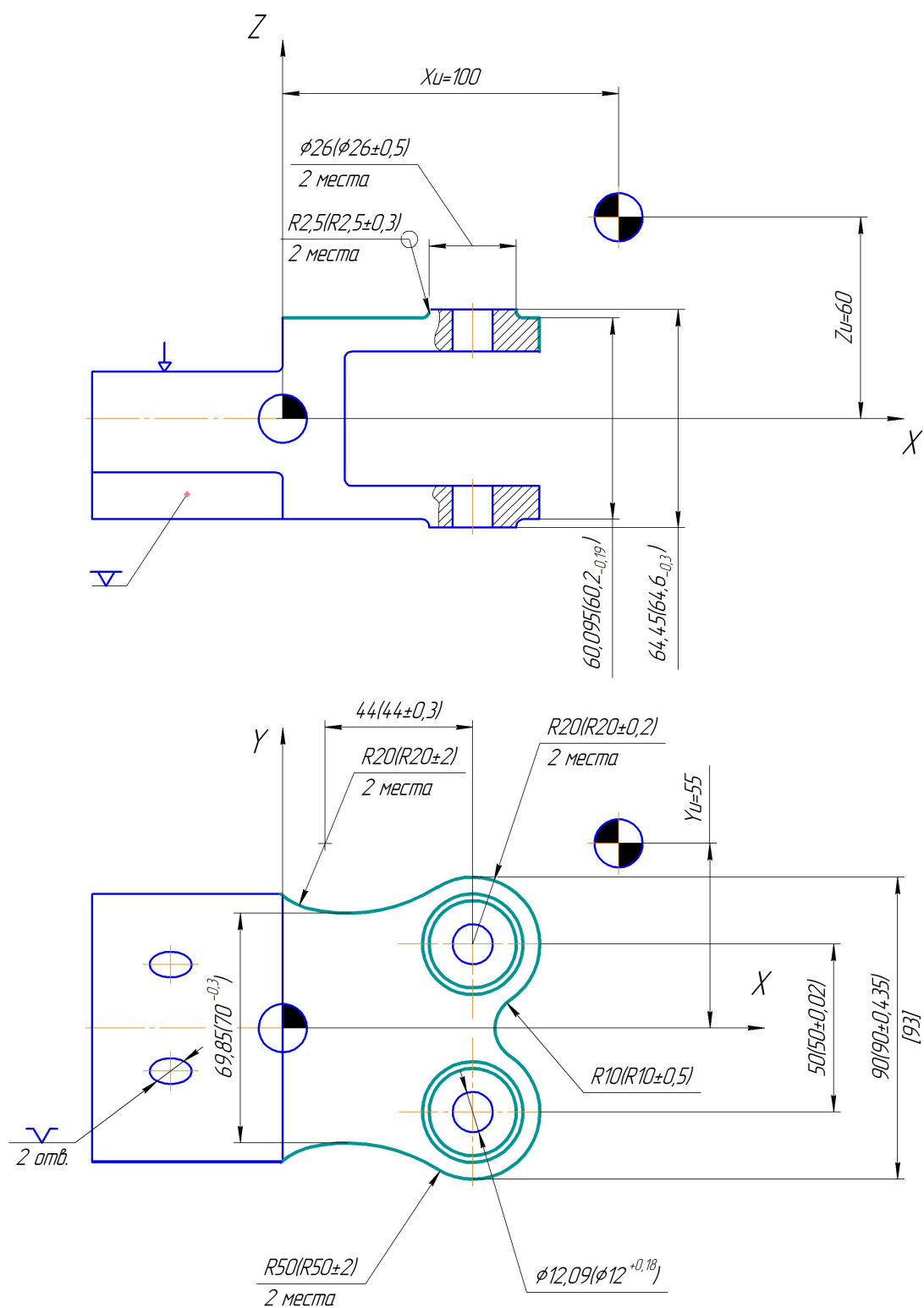


Рисунок 1.8 - Операційний ескіз фрезерної операції 070

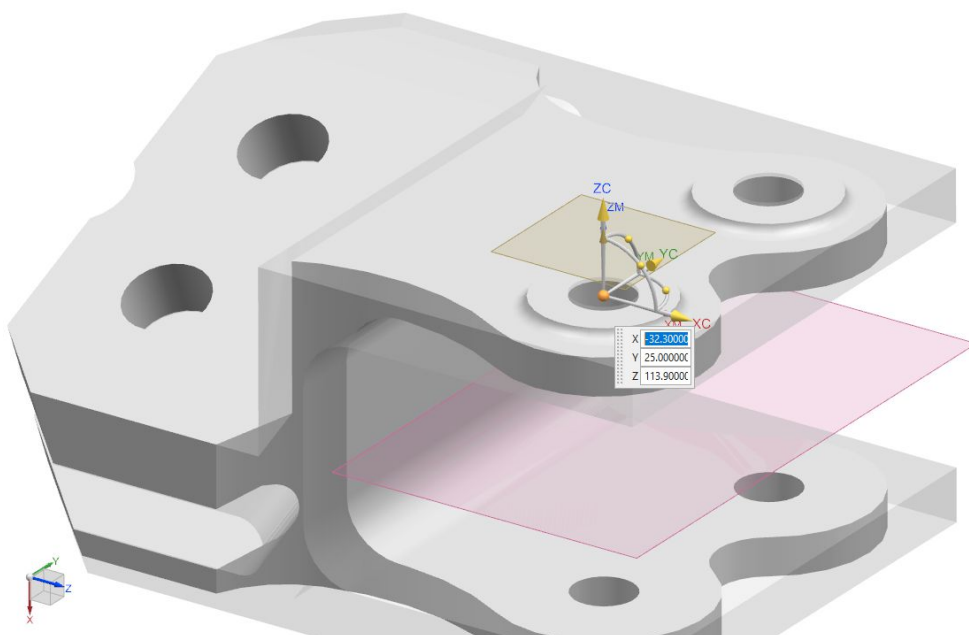


Рисунок 1.9 – Система координат верстата

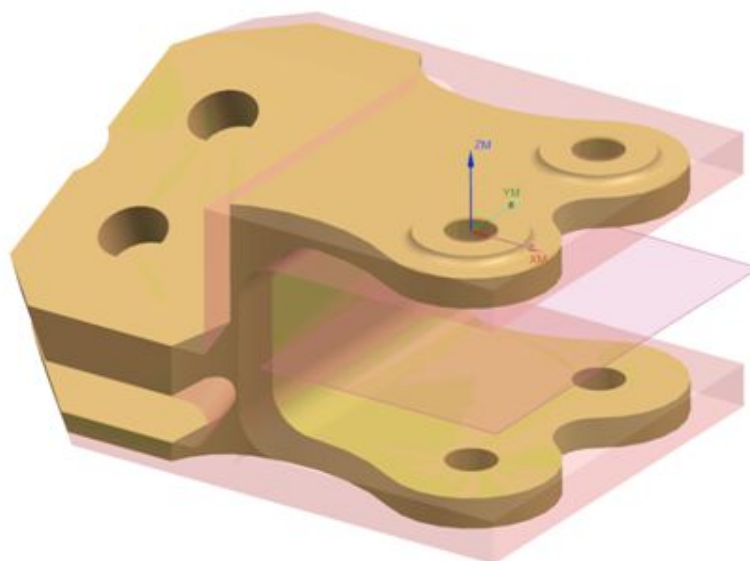


Рисунок 1. 10– Заготовка і деталь

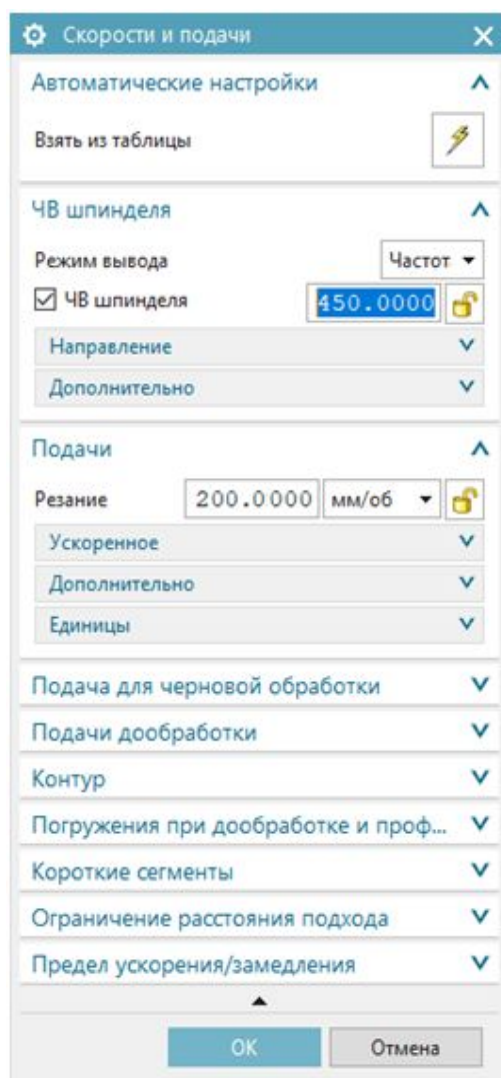


Рисунок 1.11 – Задавання частоти обертання і подачі

В групі CONTAINMENT задаємо розташування площини безпеки. Створюємо інструмент.

Далі створюємо переходи нашої обробки: обробка верхньої площини вилки, обробка зовнішнього контура. Генеруємо траєкторію і створюємо керуючу програму за допомоги постпроцесора. Траєкторії руху інструментів показані на рис. 1.12-1.13. Лістинг керуючої програми показаний на рис.1.14.

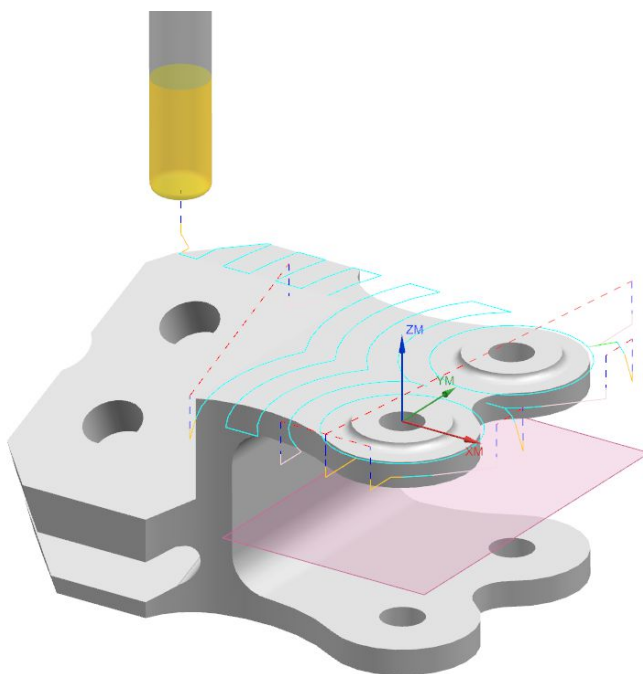


Рисунок 1.12 – Траєкторія руху інструмента

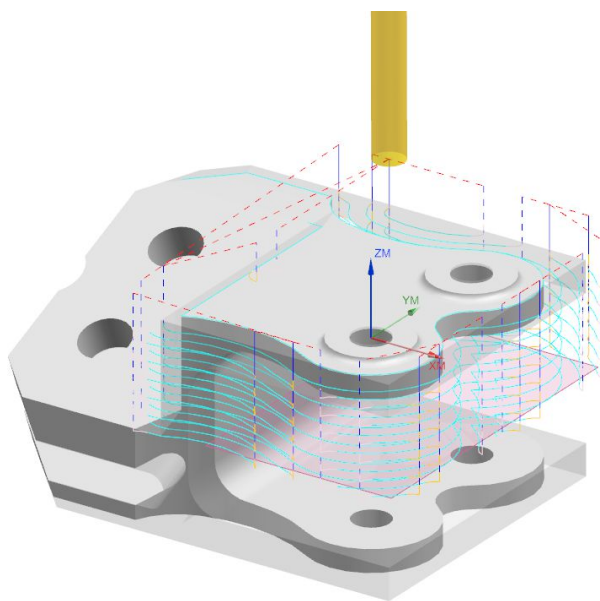


Рисунок 1.13 – Траєкторія руху інструмента

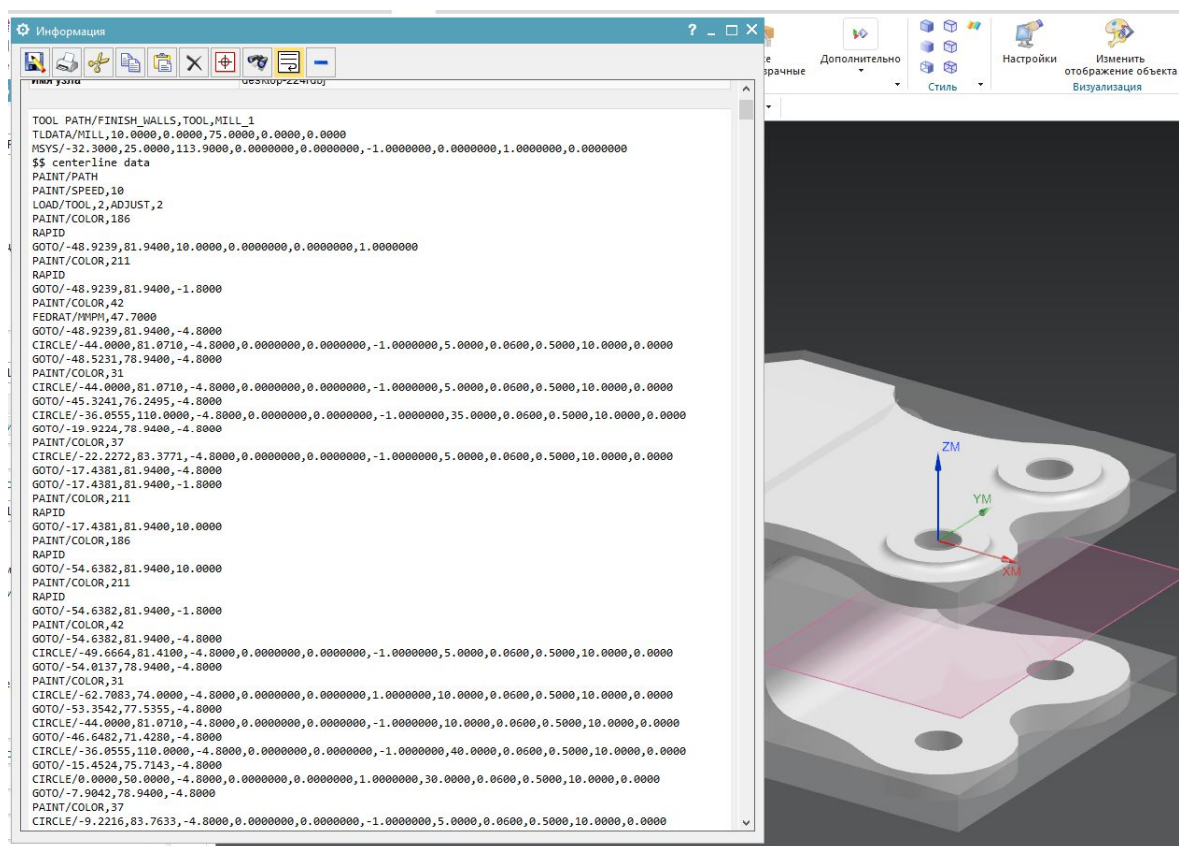


Рисунок 1.14 – Лістинг керуючої програми

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Конструювання фрезерного пристосування

2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи пристосування

Це пристосування є затискним пристроєм для фрезерування пазу в деталях типу «корпус».

Оброблювана заготовка встановлюється на поверхню корпусу поз.2, а також впирається в нього та закріплюється між губками поз. 4. При подачі повітря в штокову порожнину, поршень пневмоциліндра штовхає тягу, яка у свою чергу штовхає опору поз. 5, на якій і закріплені губки поз 4.

Після закінчення обробки, повітря подається в безштокову порожнину пневмоциліндра, при цьому з штокової повітря стравлюється. Поршень пневмоциліндра тягне тягу, яка у свою чергу переміщує опору, тим самим розкріплюючи деталь.

2.1.2 Розрахунок необхідного зусилля закріплення заготовки і вибір приводу

Силовий розрахунок верстатних пристосувань можна розбити на наступні етапи:

1. Визначення сил і моментів різання.
2. Вибір коефіцієнта тертя f заготовки з опорними і затискними елементами.
3. Визначення сил і складання розрахункової схеми і початкового рівняння для розрахунку затискного зусилля P_z .
4. Розрахунок коефіцієнта надійності закріплення K .

Складання розрахункової схеми і початкового рівняння для розрахунку початкового зусилля $P_{\text{н}}$.

Діючі на заготовку сили і моменти різання можна розрахувати по формулах, що приводяться в довідниках і нормативах по режимах різання стосовно певного виду обробки.

Величина сили різання при фрезеруванні визначається по формулі (2.1) [10]:

$$P = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (2.1)$$

де коефіцієнт $C_p = 68$ і показники ступенів $q = -0,86$, $y = 0,7$, $x_p = 0,86$, $z = 1$ [10].

$$P = 68 * 65,3^{0,86} * 0,2^{0,47} * 44,8^1 * 160^{-0,86} \approx 122 \text{ Н}$$

Для розрахунку сили закріплення скористаємось схемою (див. рис. 2.1).

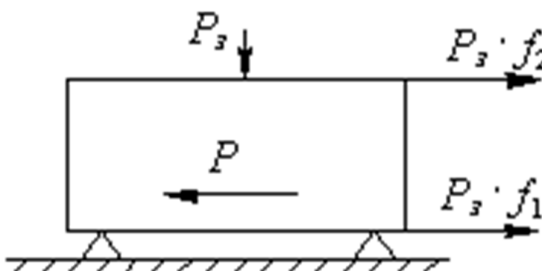


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема до визначення сили закріплення

Дійсна сила закріплення при фрезеруванні пазу знаходиться по формулі (2.2) [4]:

$$P_3 = \frac{kP}{f_1 + f_2}; \quad (2.2)$$

Для забезпечення надійності затиску силу або затиску збільшують за допомогою коефіцієнта запасу k , розрахованого по формулі (2.3), який визначається залежно від умов обробки. За допомогою цього коефіцієнта враховується зміна умов в процесі обробки: що прогресує затуплення інструменту і пов'язане з ним збільшення сил різання, нерівномірність припусків, неоднорідність властивостей оброблюваного матеріалу, зміна умов установки заготівок.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6; \quad (2.3)$$

де $k_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх випадків;

$k_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$k_2 = 1,15$ – коефіцієнт нерівномірності сил різання із-за непостійності припуску, що знімається при обробці;

$k_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує уривчастість різання;

$k_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує непостійність сил затиску, що розвиваються приводом;

$k_5 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток;

$k_6 = 1$, – коефіцієнт невизначеності положення місць контакту.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 4,47;$$

$$P_3 = \frac{4,47 \cdot 122}{0,1 + 0,1} = 2726,7 \text{ Н}$$

Складання розрахункової схеми і початкового рівняння по формулі (2.4) [4] для розрахунку початкового зусилля P_n (див рис. 2.2).

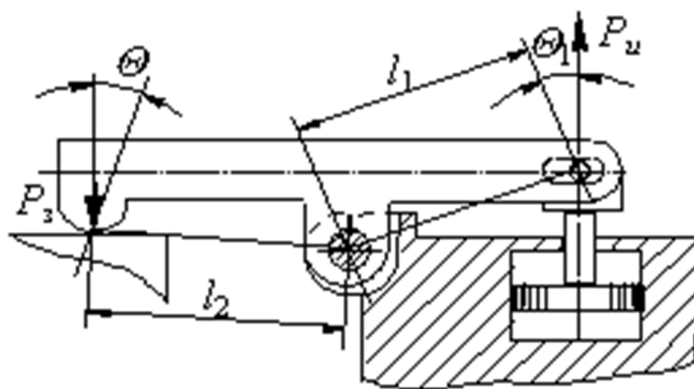


Рисунок 2.2 - Схема дії сил затиску.

$$P_u = \frac{l_2}{l_1} * \frac{\cos \theta}{\cos \theta_1} * \frac{1}{\eta} * P_3, H \quad (2.4)$$

де η – к.к.д., що враховує тертя, $\eta=0,85$.

$$P_u = \frac{85}{110} * \frac{\cos 5^\circ}{\cos 14^\circ} * \frac{1}{0,85} * 2726,7 \approx 2540 \text{ H}$$

Діаметр пневмоциліндра визначається по формулі (2.5) [4]:

$$D = \sqrt{\frac{16P_u}{\pi p}} - d, \text{ мм} \quad (2.5)$$

де D – робочий діаметр мембрани, мм;

d – діаметр штока, мм;

p – робочий тиск в пневмосистемі, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{16 * 2540}{3,14 * 0,6}} - 10 \approx 68 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань приймаємо діаметр мембрани 80мм, тим самим забезпечуємо додатковий запас по зусиллю притиснення заготівки.

2.1.3 Розрахунок пристосування на міцність по слабкій ланці

Міцність – одна з основних вимог, що пред'являються до деталей і пристосувань в цілому. Міцність деталей може розглядатися по коефіцієнтах запасу або по номінальній напрузі, що допускається. Розрахунки по номінальній напрузі, що допускається, менш точні і прогресивні, але значно простіше.

За допомогою розрахунку деталей (елементів) пристосувань на міцність можна вирішувати дві задачі:

а) перевірку на міцність вже існуючих деталей з певними розмірами перерізів шляхом порівняння фактичної напруги (моментів, сил) з тими, що допускаються - перевірочний розрахунок;

б) визначення розмірів перерізів деталей - попередній проектний розрахунок.

Розрахунок на міцність (завдання а) деталі у вигляді стержня прямокутного перерізу, навантаженого осьовою силою, по напрузі розтягування (стискування), що допускається, здійснюється по формулі (2.6) [4]:

$$\sigma = \frac{2P}{ab} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (2.6)$$

де σ - фактична напруга розтягування (стискання), МПа;

P - розрахункова сила, Н;

a, x, b - площа небезпечного перерізу, мм;

$[\sigma]$ – напруга розтягування (стискання), що допускається, МПа; $[\sigma] = 183 \text{ Мпа}$.

Найбільш навантаженою деталлю є притиск.

$$\sigma = \frac{2 * 2500}{28 * 25} = 7,14 \leq 183$$

Максимальна напруга менша за ту, що допускається, отже, величина перерізу навантаженої деталі вибрана правильно.

2.1.4 Розрахунок пристосування на точність

Розрахунок пристосування на точність базується на тому, що сума похибок, що виникають в процесі обробки, не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір обробки. Розрахунок пристосування на точність проводять по формулі (2.7) [4]:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = \varepsilon_{уст} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_{наст} + \varepsilon_{обр}, \quad (2.7)$$

де $\varepsilon_{уст}$ – частина похибки обробки, що залежить від обраної схеми установки заготовки в пристосування; $\varepsilon_{уст} = 0$ мм [4].

$\varepsilon_{пр}$ – частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення установчих елементів, їх зносу і установки пристосування на металорізальному верстаті. Розраховується по формулі (2.8) [4]:

$$\varepsilon_{пр} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (2.8)$$

де Δ_1 – похибка, обумовлена неточністю виготовлення настановних елементів;

$$\Delta_1 = T_{у.с.} = 0,003 \text{ мм [4];}$$

$\Delta_2 = 0,002$ мм – похибка залежить від величини допустимого зношування установчих елементів [4];

Δ_3 – похибка яка виникає при установці пристосування на металорізальному верстаті [4]. В нашому випадку, вона дорівнює $\Delta_3 = 0,01$.

$$\varepsilon_{np} = 0,003 + 0,002 + 0,001 = 0,006 \text{ мм.}$$

$\varepsilon_{настр}$ – частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення настроювальних елементів пристосування і процесу настройки, $\varepsilon_{настр} = 0,002$ мм [4].

$\varepsilon_{обр}$ – частина похибки обробки, що залежить від зношування ріжучого інструменту, геометричній неточності виготовлення верстата, пружних і теплових деформацій системи ВПІД. Знаходиться по формулі (2.9)

$$\varepsilon_{обр} = \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6 + \Delta_7 \quad (2.9)$$

де $\Delta_4 = 0,001$ мм – величина допуску зношування ріжучого інструменту [4];

$\Delta_5 = 0,003$ мм – величина похибки, що залежить від геометричній неточності виготовлення металорізальних верстатів [4];

$\Delta_6 = 0,001$ мм – величина похибки, що залежить від деформацій системи ВПІД [4];

$\Delta_7 = 0,001$ мм – величина похибки, що залежить від температурних деформацій системи ВПІД [4].

$$\varepsilon_{обр} = 0,001 + 0,003 + 0,001 + 0,001 = 0,006 \text{ мм}$$

Сумарна похибка обробки:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0 + 0,006 + 0,002 + 0,006 = 0,014 \text{ мм}$$

За умовами розрахунку пристосування на точність, сума похибок, що виникають в процесі обробки, не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір, що зображено на формулі (2.10):

$$T_{обр} > \sum_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (2.10)$$

Виконавчий розмір при фрезеруванні: $46^{+0,039}$.

Величина допуску на розмір обробки становить $T = 0,039$ мм, сума похибок

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0,014 \text{ мм.}$$

Дане пристосування дозволяє при фрезерній обробці витримати заданий розмір з допуском на нього.

2.3 Конструювання контрольного пристосування

Контрольне пристосування призначене для контролю паралельності поверхонь.

Деталь встановлюється на поверхню корпусу поз. 7 та палець поз. 8. Потім до поверхні на якій необхідно виробити вимір відхилення від паралельності підводиться ніжка, яка у свою чергу угвинчена в індикаторному годиннику поз. 14, закріпленому на спеціальному рухливому кронштейні поз. 3. Індикаторний годинник встановлюється на нуль і виробляється вимір відхилення по заданій поверхні. Різниця між максимальним і мінімальним значеннями відхилення і складатиме похибку вимірюваної поверхні.

3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ

3.1 Розрахунок необхідної кількості верстатів та їх завантаження

При серійному типі виробництва необхідна кількість верстатів для розробляемого технологічного процесу розраховується за формулою (3.1) [17]. Необхідна кількість технологічного устаткування занесено до таблиці 3.1.

$$S_{pi} = \frac{t_{шк} * N}{F_g * m * 60}, \quad (3.1)$$

де $t_{шк}$ - штучно-калькуляційний час на операцію, хв;

N - виробнича партія, шт;

F_g - річний фонд роботи обладнання в одну зміну, год;

m - кількість змін роботи обладнання.

Коефіцієнт завантаження верстата розраховується за формулою (3.2) [17]:

$$K_{zi} = \frac{S_{pi}}{S_{ni}} \quad (3.2)$$

де S_{pi} - розрахункова кількість верстатів;

S_{ni} - прийнята кількість верстатів.

Середній коефіцієнт завантаження верстатів розраховується за формулою (3.3) [17]:

$$K_{зсер} = \frac{\sum S_p}{\sum S_n}, \quad (3.3)$$

де $\sum S_p$ – розрахункова сума кількості верстатів:

$$\begin{aligned} \sum S_p = & 0,76 + 0,91 + 1,66 + 1,94 + 2,97 + 0,87 + 0,9 + 0,77 + 0,85 + 0,98 + 0,83 + \\ & + 0,78 + 1,98 + 1,8 + 0,85 + 0,84 + 0,73 + 0,88 + 1,66 + 2,25 + 0,76 = 26,79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum S_n = & 1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + \\ & + 3 + 1 = 31 \end{aligned}$$

$$K_{зсер} = \frac{26,79}{31} = 0,86$$

Графік завантаження будують у координатах: коефіцієнт завантаження $K_{зі}$ - номер верстата i . По горизонтальній вісі графіка рівними інтервалами умовно зображуємо верстати ТП. По висоті у вигляді прямокутників у відносних одиницях або відсотках відкладаємо коефіцієнт завантаження.

На графіку лінією, рівнобіжної горизонтальній вісі, показуємо середній коефіцієнт завантаження технологічного устаткування.

Графік завантаження обладнання показаний на рисунку 3.1.

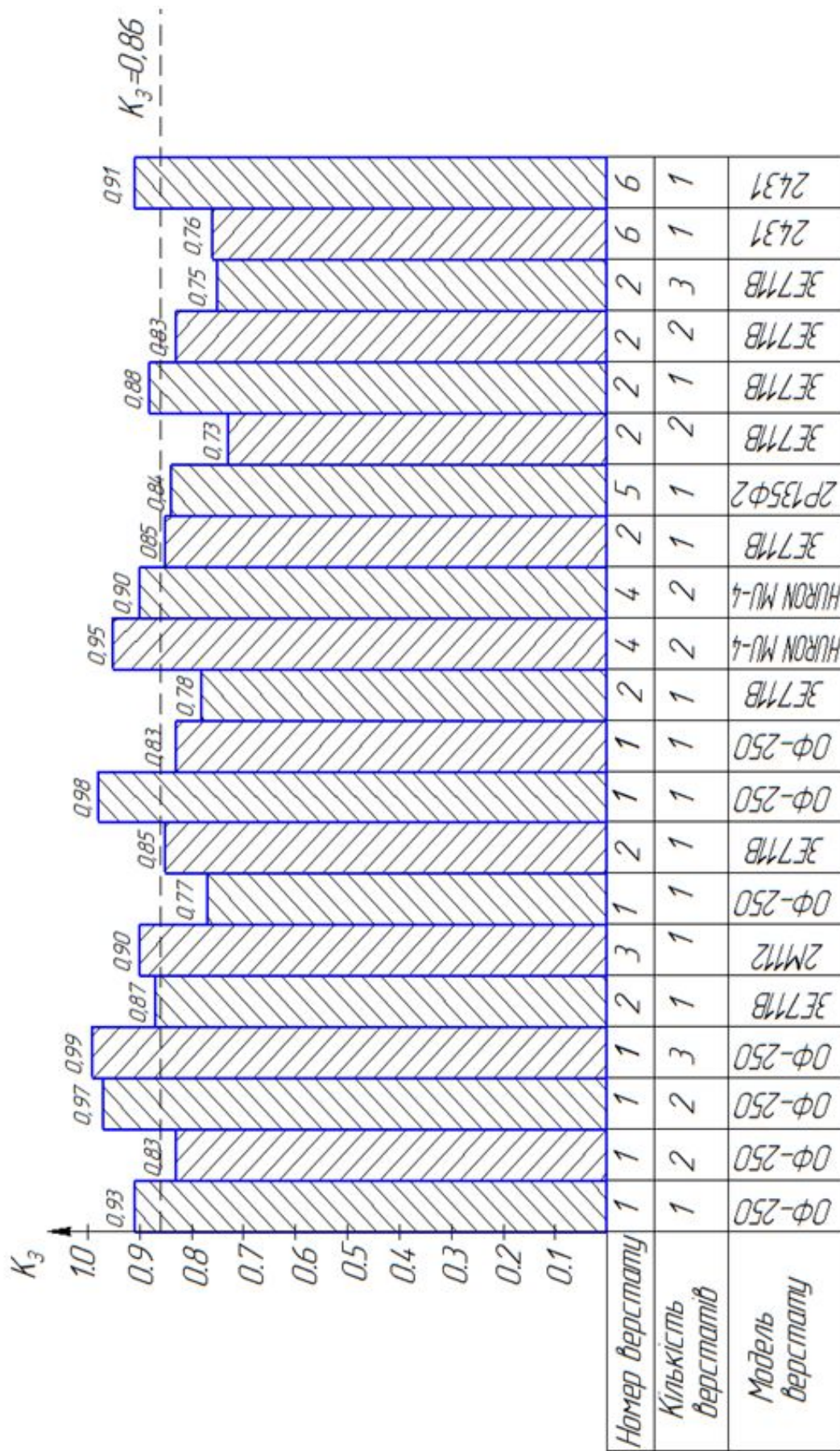


Рисунок 3.1 – Графік завантаження обладнання

3.2 Розрахунок чисельності основних робітників – операторів. Циклограма багатOVERстатного обслуговування.

Кількість верстатів, що може обслуговувати один робітник у зоні обслуговування розраховується за формулою (3.4) [17].

$$m_s = \frac{t_{\text{оп}}}{t_{\text{дод}} + t_{\text{пер}}}, \quad (3.4)$$

де $t_{\text{оп}}$ - оперативний час, хв;

$t_{\text{дод}}$ - додатковий час, хв;

$t_{\text{пер}}$ - час, який витрачається на перехід від верстата до верстата, хв.

Для побудови циклограми розглянемо операції 70 та 75.

Операція 070 – Фрезерна з ЧПК:

$$m_s = \frac{10,7}{1,75 + 0,2} = 5,48$$

Приймаємо $m_s = 5$ верстатів.

Операція 075 – Фрезерна з ЧПК:

$$m_s = \frac{8,34}{2,16 + 0,2} = 3,53$$

Приймаємо $m_s = 3$ верстати.

Циклограма багатOVERстатного обслуговування зображено на рисунку

3.2.

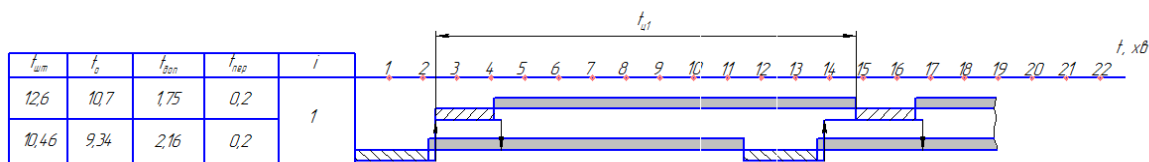


Рисунок 3.2 – Циклограма багатOVERстатного обслуговування

Час циклу дорівнює:

$$t_{\text{ц1}} = 12,45 \text{ хв.}$$

На операцію 070 та 075 призначаємо по 1 робітнику на 2 верстати. На всі інші операції призначаємо по одному робітнику за верстатом.

Загальна кількість робітників розраховується за формулою (3.5) [17]:

$$R_{\Sigma} = \sum R_i \quad (3.5)$$

$$R_{\Sigma} = 29 \text{ чол.}$$

3.3 Планування технологічного устаткування і робочих місць

Основними будівельними параметрами виробничої будівлі є крок та ширина колон. На ділянці обробки деталі «Вилка торсіона» застосовуємо сітку колон $L \times t = 24 \times 12 \text{ м}$ [17].

Вибір основних параметрів будівлі – поверховість, сітки колон і висоти прольотів - визначається технологічним процесом і раціональним розміщенням технологічного устаткування, а також економічністю будівництва.

Колони одноповерхових промислових будівель переважно приймають залізобетонними прямокутного перерізу. Застосовуємо колони 400х600 мм.

Основним показником, що характеризує використання виробничої площі, є величина питомої виробничої площі на один верстат.

Технологічну лінію на дільниці розташовуємо за схемою дворядної технологічної лінії.

Виробнича площа поточної лінії розраховується за формулою (3.6) [17]:

$$F=a*b \quad (3.6)$$

де а – довжина дільниці, м;

b – ширина дільниці, м.

$$F=60*12=720 \text{ м}^2$$

Питома площа на одиницю встановленого технологічного обладнання розраховується за формулою (3.7) [17]:

$$\gamma = \frac{F}{S} \quad (3.7)$$

$$\gamma = \frac{720}{31} = 23,2 \text{ м}^2$$

3.4 Основні показники технологічної лінії

Основними показниками технологічної лінії є:

- партія запуску – n=200 шт;
- середній коефіцієнт завантаження обладнання – $K_{зсер} = 0,86$;

- кількість технологічного обладнання – 31 шт;
- кількість робітників – 29 чол;
- виробнича площа – 720 м^2 ;
- питома площа на одиницю технологічного обладнання – $\gamma = 23,2 \text{ м}^2$.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Під час технологічного процесу виготовлення деталей ймовірними є наступні потенційні небезпеки:

1. При роботі з електроприладами існує небезпека ураження людини електричним струмом. Причиною поразки струмом є дотик до дротів з пошкодженою ізоляцією чи металевих частин обладнання, що незаізовльовано. Іноді ураження струмом відбувається через використання несправних засобів безпеки. Одна з головних причин електротравм - слабе знання людьми правил електробезпеки. Проходяи через тіло струм викликає опіки, розкладання органічних рідин та механічні пошкодження тканин організму.

2. Механічні травми внаслідок організаційних причин:

- а) нераціонального планування робочого місця;
- б) захаращення деталями робочого місця;
- в) травми та пошкодження шкіряного покрыву при здійсненні операцій розвантаження і завантаження;
- г) пошкодження шкіряного покрыва гострими кромками на поверхні заготовок, інструментом, обладнанням.

3. При порушенні правил безпеки при виконанні операцій фрезеруванн спец. одягу.

4. Під час фрезерної обробки деталей можливе травмування очей стружкою. Причини травматизму – порушення технологічного процесу та робота без засобів захисту обличчя.

5. Неуважність і недбалість персоналу може привести до травм.

6. Нервово-психічні навантаження, що призводить до захворювань.

7. Повтор однотипних рухів є причиною захворювання кистей рук та зап'ястя.

9. Недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць призводить до погіршення зору.

10. Підвищений рівень шуму призведе до роздратованості, збільшенню помилок, інколи – до погіршення слуху.

11. Незадовільні параметри мікроклімату через відсутність повітрообміну та опалювальної системи, викликають загальні захворювання.

12. Вірогідність займання, через несправність електричного обладнання, порушення правил протипожежної, що призводить до пожежі.

13. Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, які можуть спричинити паніку та загибель людей.

4.2 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.

Категорія приміщення, відповідно НПАОП40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» - підвищеної небезпеки.

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; НПАОП40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок».

Відповідно до вимог ПУЕ в електроустаткуванні застосовують такі системи засобів:

- захисне заземлення ізоляції токоведучих частин,
- захисне відключення напруги,
- повна недоступність працівників до неізольованих проводів.

Відповідно до ПЕУ в електроустановках використовуються такі системи заходів і засобів для забезпечення їх безпечної експлуатації: захисне заземлення, ізоляція струмопровідних частин, захисне виключення, мала напруга (до 42В) для освітлення і живлення електроінструментів, недоступність неізольованих провідників. Заземлення (занулення) і захисні заходи безпеки електроустановок необхідно виконувати відповідно до вимог ПУЕ. Опір самостійного заземлюючого пристрою відповідає вимогам підприємства-виробника апаратури або відомчим нормам, і не перевищує 40 м. У зв'язку з тим, що усі ці засоби не є універсальними і мають свої переваги і недоліки, то для забезпечення електробезпеки застосовуються не один, а декілька методів одночасно.

Матеріали, які використовуються в конструкціях устаткування не є шкідливими, а ті елементи, з якими безпосередньо контактує людина, не мають гострих кутів, країв, нерівних, гарячих або переохолоджених поверхонь.

Частини верстатів, які представляють небезпеку для людини має захист, що рухаються. Робоча зона цього устаткування позначена і захищена. Захисні пристрої не погіршують стеження за роботою устаткування і максимально захищають від проникнення небезпечних і шкідливих чинників в робочий простір.

Гальмування двигунів після зупинки приводу здійснюється за рахунок кінематичного тертя, тобто мимоволі. На усіх металорізальних верстатах ділянки є блокування силового устаткування з системами пуску.

Блокуючі пристрої виконують фіксацію робочих частин устаткування у відповідному робітнику або неробочому положенні. При автоматичному управлінні устаткуванням без участі оператора спрацьовує автоматична сигналізація (звукова або візуальна), яка оповіщає про небезпеку.

Підйомно-транспортні засоби відповідають НПАОП 0.00-1.71-13. «Правила безпечної роботи з інструментом і пристосуваннями».

Активну безпеку підйомних машин в процесі експлуатації підвищують пристрої і прилади безпеки :

- обмежувачі ходу (пересування крану, підйому вантажу);
- пристрої, які забезпечують стійкість крану (обмежувачі вантажопідйомності);
- прилади освітлення і сигналізації.

Важливою умовою в забезпеченні безпечної роботи кран-балки є надійність гальмівних пристроїв, як механізму підняття вантажу, так і механізму переміщення візка і крану.

Не допускається підняття вантажів з масою що перевищує допустиму за технічними даними крану.

Обслуговування верстатів з елементами ручного керування вимагає довго знаходитись робочій позі, напруженням зору, що призводить до втоми та нервово-емоційного виснаження. Тобто під час роботи працівник постійно відчуває навантаження.

Для зниження нервово-емоційного напруження, втоми зору передбачені перерви у роботі – 15 хвилин кожні дві години, а також кімната відпочинку.

Обов'язковим є проходження медичного огляду один раз на два роки, а для робітників з підвищеним рівнем небезпеки один раз на рік. Наказ міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій».

Працівник повинен дотримуватися правил техніки безпеки та особистої гігієни, виробничої дисципліни і правил внутрішнього розпорядку. утримання Тримати в чистоті і порядку робоче місце, дотримуватись виробничих інструкцій, використовувати засоби індивідуального захисту та вміти надати першу медичну допомогу.

Всі працівники забов'язані проходити 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».

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці для механічної дільниці та робочих кімнат розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»), ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Метеорологічні умови на дільниці: температура, відносна вологість та швидкість переміщення повітря відповідають встановленим вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ДНАОП 0.03-3.06-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень». Роботи на дільниці належать до категорії ІІа – робота середньої важкості. Обираємо оптимальні значення мікроклімату:

- холодний період: температура 18-20°C; вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с;

- теплий період: температура 21-23°C; вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,3 м/с.

Ці параметри досягаються завдяки оснащенню приміщення системою опалювання, збалансованою з припливно-витяжною вентиляцією, згідно ДБН

В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Рівні звукового тиску та рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Рівень шуму в приміщенні знижений завдяки:

- використання більш сучасного та модернізованого обладнання;
- розташування обладнання, що створює рівень шуму більший за допустимий на значній відстані від працівників, та розташування цього обладнання в окремих приміщеннях.

Вібрація час верстатних робіт вища за допустимі значення, що визначені в ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» і ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

Для зменшення негативного впливу від дії вібрації при роботі з ручним механічним, електричним та пневматичним інструментом використовують засоби індивідуального захисту НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями».

Розрахувати загальне рівномірне штучне освітлення виробничих приміщень методом світлового потоку.

Приймаємо розміри приміщення довжина $A = 32$ м, ширина $B = 28$ м, висота $H = 6$ м, нормована освітленість $E_n = 400$ лк.

В залежності від умов виробничого середовища для освітлення приміщення обираємо газорозрядні лампи високого тиску типу ДРИ. Для лампи обираємо світильники типу РСП. Коефіцієнт світильника $L/h = 1,6$. Коефіцієнт запасу $k_z = 1,6$. Коефіцієнт нерівномірності освітлення $z = 1,15$. Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення: $\rho_c = 50\%$, $\rho_{cm} = 30\%$, $\rho_n = 10\%$.

Чисельне значення індексу приміщення визначають за формулою (4.1) [15].

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (4.1)$$

де A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею.

$$h = H - h_p - h_z$$

де H – висота виробничого приміщення;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, $h_p = 0,8$;

h_z – висота звисання світильника зі стелі.

Так як h_z не задана, то розрахунок проводять за формулами (4.2-4.5) [15]:

а) розрахунок кількості рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot [L/h]} \quad (4.2)$$

$$N_p = \frac{28}{(6 - 0,8) \cdot 1,6} = 3,36 \approx 4$$

б) визначити максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p}, \text{ м} \quad (4.3)$$

$$L_{max} = \frac{28}{4} = 7 \text{ м}$$

в) розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]}, \text{ м} \quad (4.4)$$

$$h = \frac{7}{1,6} = 4,3 \text{ м}$$

г) знайти висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h, \text{ м} \quad (4.5)$$

$$h_3 = 6 - 0,8 - 4,3 = 0,9 \text{ м}$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення з таблиці [15]:

$$\eta = 64\% = 0,64$$

Визначити сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні за формулою (4.6) [15]:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H S k_3 z}{\eta}, \text{ лм} \quad (4.6)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_H – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м^2 ;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{400 * 2512 * 1,6 * 1,15}{0,64} = 2888800 \text{ лм}$$

Визначити максимальну відстань L_{max} між рядами та сусідніми світильниками у ряду за формулою (4.7) [15]:

$$L_{max} = [L/h] * h, \text{ м} \quad (4.7)$$

$$L_{max} = 1,6 * 4,3 = 6,8 \text{ м}$$

Визначемо кількість рядів світильників у приміщенні по формулі (4.8) [15]:

$$N_p = \frac{B}{L_{max}} \quad (4.8)$$

$$N_p = \frac{28}{6,8} = 4,1 \approx 5$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата по формулі (4.9) [15]:

$$N^* = \frac{AB}{L_{max}^2} \quad (4.9)$$

$$N^* = \frac{32 * 28}{6,8^2} = 19,3$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла по формулі (4.10) [15]:

$$\Phi_L^* = \frac{\Phi_\Sigma}{N_L}, \text{ лм} \quad (4.10)$$

де N_L - загальна кількість ламп у приміщенні, шт.

$$N_L = N^* * n$$

де n – кількість ламп у світильнику.

$$N_L = 19,3 * 1 = 19,3$$

$$\Phi_L^* = \frac{2888800}{19,3} = 149678 \text{ лм}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи і знаходимо коефіцієнт m за рекомендаціями [15]:

Лампа ДРИ 1000; $\Phi_L = 103000$ лм.

$$m = \frac{\Phi_L^*}{\Phi_L}$$

$$m = \frac{149678}{103000} = 1,45$$

Визначимо оптимальну кількість світильників у приміщенні по формулі (4.11) [15]:

$$N = N^* * m \quad (4.11)$$

$$N = 19,3 * 1,45 = 27,9 \approx 30$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп по формулі (4.12) [15]:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} N_{\text{л}} \eta}{S k_z z}, \text{ лк} \quad (4.12)$$

$$E_p = \frac{103000 * 30 * 0,64}{2512 * 1,6 * 1,15} = 427,8 \text{ лк}$$

Умова $E_p = (-10\% \dots + 20\%) * E_n$ виконується, отже тип і кількість ламп були обрані вірно.

Потужність світлової установки знаходимо по формулі (4.13) [15]:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{л}} * P_{\text{л}}, \text{ Вт} \quad (4.13)$$

$$P_{\Sigma} = 19,3 * 1000 = 19300 \text{ Вт}$$

Ескіз розташування світильників зображено на рисунку 4.1.

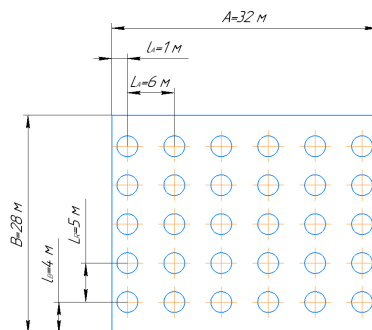


Рисунок 4.1 – Розташування світильників

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки для ділянки розроблено відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні, згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» приміщення відноситься до класу можливої пожежі класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (пожежі, пов'язані горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В.)

Згідно з 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», до виробництва, в якому в обігу є матеріали, що не згорають, в холодному і гарячому стані.

С тупінь вогнестійкості приміщення ділянки – ІІ, згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги передбачені два шляхи евакуації працівників із приміщення дільниці. Максимальне видалення від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу, СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» становить 25 метрів.

Згідно вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МІОУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 приміщення оснащено переносними вуглекислотними вогнегасниками ВВК-3 що підходить для гасіння електроустановок.

Проектом передбачено облаштування пожежної сигналізації на ділянці і в допоміжних приміщеннях. Встановлюються з розрахунку 1 сповіщувач на

65 м² площі і замикаються на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Також передбачено систему автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння.

6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Системи оповіщення які створюються і функціонують на підприємствах, установах і організаціях (об'єктового рівня) поділяються на:

- спеціальні системи оповіщення;
- локальні системи оповіщення;
- об'єктові системи оповіщення.

Спеціальні системи оповіщення створюються і функціонують на гідротехнічних спорудах, а також у зонах можливого катастрофічного затоплення Дніпровського, Дністровського каскадів та інших річок, на магістральних нафто-, газо-, та продуктопроводах (аміакопроводах), на атомних електростанціях АЕС) для оповіщення підприємств, установ і організацій, сил цивільного захисту та населення, яке потрапляють в зону можливого ураження, у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій.

Керівники суб'єктів господарювання, де створюються спеціальні системи оповіщення, визначають порядок оповіщення та інформування про загрозу виникнення ситуацій розпорядчим документом.

Оповіщення, у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації, здійснюється за рішенням керівників об'єктів за затвердженою ним схемою оповіщення.

Суб'єктами господарювання організовуються цілодобове чергування для здійснення:

- прийому сигналів та повідомлень про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, епідемій, пожеж тощо від місцевої автоматизованої системи централізованого оповіщення;

- оповіщення персоналу АЕС та населення пристанційного населеного пункту, яке потрапляє в зону можливого ураження;

- оповіщення оперативно-чергових служб центральних та місцевих органів виконавчої влади;

- оповіщення чергових відповідних аварійних служб (спеціалізованих), де виникла загроза або надзвичайна ситуація;

- оповіщення чергових територіальних органів МВС, ДСНС.

Локальні системи оповіщення створюються і функціонують на об'єктах підвищеної небезпеки (ОПН), зона можливого ураження від небезпечних факторів, поширюється за межі цього об'єкта, для оповіщення керівників та працівників ОПН, інших підприємств, установ і організацій та населення, які потрапляють у зону можливого ураження у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій.

Керівники суб'єктів господарювання визначають порядок оповіщення та інформування про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій розпорядчим документом.

Оповіщення організовується за рішенням та за схемою, яка затверджується керівником об'єкта.

Суб'єкти господарювання організовують цілодобове чергування для здійснення:

- прийому сигналів та повідомлень про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, епідемій, пожеж тощо від місцевої АСЦО;

- оповіщення керівників та працівників ОПН;

- оповіщення працівників інших підприємств, установ і організацій (дитячих, навчальних, медичних закладів) та населення, які потрапляють у зону можливого ураження;

- інформування чергових аварійно – рятувальних служб;
- інформування чергових територіальних органів МВС, ДСНС.

Спеціальні, локальні та об'єктові системи оповіщення функціонують у комплексі з автоматизованими системами раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення і повинні бути організаційно та технічно інтегровані до територіальних та місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення.

Створення, модернізація та утримання спеціальних та локальних систем оповіщення покладається на керівників об'єктів, що їх створили.

Фінансування створення, модернізації та утримання спеціальних та локальних систем оповіщення здійснюється за рахунок коштів власників об'єктів, що створюють такі системи оповіщення.

На об'єктах, на яких створені спеціальні та локальні системи оповіщення заздалегідь розробляються переліки дій населення на прогнозовані загрози виникнення небезпечних подій та надзвичайних ситуацій, які передаватимуться під час оповіщення про загрозу або виникнення небезпечної події та надзвичайної ситуації.

Між начальником зміни АЕС і черговим диспетчерською служби на ГЕС (ГАЕС) з одного боку та черговими службами з питань цивільного захисту відповідних обласних державних адміністрацій з іншого боку встановлюється безпосередній зв'язок.

Між черговими диспетчерських служб об'єктів, які за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії, з одного боку та між черговими службами відповідних районних державних адміністрацій та виконавчих органів міських рад (у разі їх відсутності – між черговими службами відповідних районних та міських відділів Головних управлінь (управлінь) МВС України в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі) з іншого боку встановлюється безпосередній зв'язок.

Безпосередній зв'язок встановлюється за рахунок власників об'єктів.

Оповіщення про виникнення НС на атомних електростанціях здійснюється за допомогою спеціальних систем оповіщення, що створюється за кошти станції. Ці системи повинні передбачати можливість передавання сигналу «Увага всім!» і повідомлень на території атомної електростанції та її промислової зони, у пристанційних населених пунктах з робочого місця начальника зміни станції (чергового диспетчера), а також оповіщення чергових служб територіальних органів ЦЗ.

Уздовж аміакогонів, магістральних і відвідних нафто-і газогонів за рахунок їх власників створюються спеціальні системи централізованого оповіщення чергових служб територіальних органів ЦЗ і органів внутрішніх справ, населення, яке знаходиться в зоні можливого ураження. оповіщення. Запуск цих систем здійснює оперативний черговий відповідного територіального органу ЦЗ.

Об'єктові системи оповіщення (системи оповіщення підприємств, установ і організацій) створюються на об'єктах які можуть, за певних обставин, створити реальну загрозу виникнення аварії, негативний вплив якої не розповсюджується за межі території об'єкта, а також соціально важливих об'єктах життєзабезпечення населення, незалежно від одночасного знаходження людей.

Суб'єкти господарювання визначають порядок оповіщення та інформування про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій розпорядчим документом.

Оповіщення організовується за схемою, яка затверджується керівником об'єкта.

Удосконалення і підтримання у постійній готовності до використання за прямим призначенням об'єктових систем оповіщення (далі - ОСО) здійснюється власником об'єкта або особою, уповноваженою здійснювати від імені власника дії, які необхідні для управління майном.

Головним завданням об'єктових систем оповіщення є доведення сигналів та інформаційних повідомлень до керівництва та персоналу об'єкта.

Організації, які створюють системи оповіщення повинні:

- підтримувати їх у стані постійної готовності до використання;
- надавати у встановленому порядку інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;
- сповіщати співробітників і відвідувачів установ та організацій про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації, інформувати про способи захисту від них;
- розробляти тексти речових повідомлень для оповіщення та інформування персоналу і відвідувачів;
- організовувати запис речових повідомлень на електронні носії інформації;
- надавати органам управління з питань цивільного захисту міста ділянки для встановлення спеціалізованих технічних засобів оповіщення та інформування населення у місцях масового скупчення людей;
- здійснювати розповсюдження інформації щодо надзвичайних ситуацій шляхом надання (або) використання існуючих в організаціях технічних пристроїв для розповсюдження продукції засобів масової інформації, а також каналів зв'язку, виділення ефірного часу тощо.

Підприємствам, установам і організаціям незалежно від форм власності і господарювання забороняється без погодження з місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами міських рад відключати лінії зв'язку, через які здійснюється керування кінцевими пристроями систем оповіщення (сигнально-гучномовними пристроями, електронними інформаційними табло, електросиренами, побутовими радіоприймачами), здійснювати демонтаж зазначених пристроїв, а також відключати їх у приміщеннях навчальних і лікувальних закладів, виробничих, службових та адміністративних приміщеннях і в інших місцях з масовим перебуванням людей.

При реорганізації, зміні форми власності або власника підприємств, установ, організацій передача апаратури оповіщення потребує узгодження з

місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування.

В системі оповіщення об'єкта, бажано мати:

- електросиренне оповіщення;
- диспетчерський та директорський гучномовний зв'язок;
- канали оповіщення технологічного та адміністративно - господарського напрямку;
- ретрансляцію сигналу небезпеки.

На об'єктовому рівні виконання функцій управління процесом оповіщення здійснюють диспетчерські служби об'єктів.

Підготовку та прийняття рішення на оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктовому рівні здійснюють органи управління суб'єктів господарювання.

Відповідальність за організацію та проведення оповіщення покладається на керівників об'єктів, що створюють об'єктові системи оповіщення.

Оповіщення, у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайної ситуації, здійснюється за рішенням керівника об'єкту на якому створена об'єктова система оповіщення.

Для зібрання керівного складу на об'єктах складаються списки, за якими при необхідності, інформуються відповідні посадові особи. Оповіщення керівників може здійснюватися за телефоном або з допомогою посильних, як транспортом, так і пішки.

В окремих випадках в зоні надзвичайної ситуації рішення на оповіщення і доведення до людей відповідного повідомлення приймає керівник робіт з ліквідації надзвичайної ситуації або керівник підрозділу сил цивільного захисту, якій прибув до зони надзвичайної ситуації першим.

На об'єктах підвищеної небезпеки, об'єктах з масовим перебуванням людей заздалегідь розробляються переліки дій населення на можливі небезпечні події та надзвичайні ситуації, які передаватимуться під час

оповіщення про загрозу або виникнення небезпечної події та надзвичайної ситуації.

Оповіщення адміністрації, робітників та службовців підприємства про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій проводиться по завчасно розробленій схемі.

Адміністрація у неробочий час оповіщається по телефону оперативночерговою службою (якщо та служба утворена), або призначеною посадовою особою. За необхідності, залежно від обстановки, що склалася, оповіщається персонал.

У робочий час персонал підприємства оповіщається про надзвичайну ситуацію сигналами оповіщення цивільного захисту по визначеному каналу та встановленим способом.

При отриманні інформації про НС за межами об'єкта вмикаються сирени, інші встановлені звукові та світлові засоби, для подання попереджувального сигналу "Увага всім", після чого негайно приводяться у готовність гучномовці, радіотрансляційні та телевізійні приймачі для прослуховування початкового повідомлення.

Кожний працівник підприємства повинен знати сигнали оповіщення цивільного захисту та вміти правильно діяти в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

З метою оповіщення населення дистанційно включаються електросирени, мережі радіомовлення всіх діапазонів частот та видів модуляції і телебачення незалежно від форм власності. Встановлення сигнально-гучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло покладається на органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання. Місця встановлення сигнальногучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло визначаються органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання.

Керівники підприємств, установ ті організацій, на яких створені об'єктові системи оповіщення, при отриманні інформації про загрозу або

виникнення небезпечної події чи надзвичайної ситуації, про погіршення погодних умов (штормове попередження та ймовірність виникнення небезпечних гідрометеорологічних явищ) або про екстремально-високе забруднення навколишнього природного середовища повинні провести такі заходи:

- з'ясувати отриману інформацію про ситуацію, яка сталася або може скластися внаслідок виникнення небезпечної події;
- оцінити обстановку; - заслухати пропозиції необхідних посадових осіб для відпрацювання рішення на оповіщення та сформувати робочу групу;
- відпрацювати та прийняти рішення;
- організувати контроль за проведенням оповіщення та доведенням прийнятого повідомлення або інформації до працівників та населення.

Одним із важливих завдань системи оповіщення на територіях та об'єктах є організація оповіщення на території окремої будівлі, окремого корпусу (готель, торговельний або спортивний комплекс, освітні заклади тощо).

Це особливо важливо на випадок виникнення пожеж.

Оповіщення та управління евакуацією людей, тексти повідомлень при пожежі, повинні забезпечувати:

- доведення до людей постійного або тимчасового перебування у всіх приміщеннях будівель візуальними та звукові сигналами;
- напрямок руху та інші заходи щодо забезпечення безпеки людей;
- запобігання паніки та інших явищ, що ускладнюють евакуації;
- освітлення маршрутів евакуації в приміщеннях (знаки евакуації);
- дистанційне відкриття дверей виходів;
- інформація повинна бути вище рівня шуму.

В будівлях і спорудах з цілодобовим знаходженням людей, які відносяться до людей з обмеженими можливостями (інваліди з ураженням опорно-рухового апарату, особи з вадами зору та слуху, а також люди похилого віку і тимчасово непрацездатні), повинні забезпечуватися своєчасне

отримання доступної та якісної інформації про пожежу, яка включає дублювання світлової, звукової та візуальної сигналізації, яка підключена до системи оповіщення людей про пожежу.

Для об'єктів з невеликих перебування людей (одночасно не більше ніж 50 осіб) на додаток до схематичного плану евакуації при пожежі, розробляється інструкція, яка визначає дії персоналу щодо забезпечення безпечної евакуації людей у разі пожежі, за якою повинні бути проведені тренування всіх співробітників, які задіяні у проведенні евакуації.

Для об'єктів з нічним перебуванням людей (дитячі садочки, школи-інтернати, лікарні тощо) в інструкції повинні бути передбачені два варіанти оповіщення та дії у день та в нічний час.

Оповіщення на державному, регіональному та місцевому рівнях, у разі загрози або виникнення аварії на АЕС, аміакопроводі, магістральних і відвідних нафто- і газопроводах, катастрофічного затоплення внаслідок руйнування гребель на водосховищах, аварії на об'єкті підвищеної небезпеки, потенційно небезпечному об'єкті, у місцях з масовим перебуванням людей здійснюється за алгоритмом дій суб'єктів, які забезпечують процес оповіщення.

Інформацію з питань цивільного захисту становлять відомості про надзвичайні ситуації, що прогнозуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також про способи та методи захисту від них.

Органи управління цивільного захисту зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну та достовірну інформацію, зазначену в частині першій цієї статті, а також про свою діяльність з питань цивільного захисту, у тому числі в доступній для осіб з вадами зору та слуху формі.

Керівники суб'єктів господарювання, що експлуатують потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки, зобов'язані систематично та оперативно оприлюднювати інформацію про такі об'єкти в

офіційних друкованих виданнях, на офіційних веб-сайтах, інформаційних стендах та в будь-який інший прийнятний спосіб.

Інформація має містити дані про суб'єкт, який її надає, та сферу його діяльності, про природу можливого ризику під час аварій, включаючи вплив на людей та навколишнє природне середовище, про спосіб інформування населення у разі загрози або виникнення аварії та поведінку, якої слід дотримуватися.

Оприлюднення інформації про наслідки надзвичайної ситуації здійснюється відповідно до законодавства про інформацію.

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Тема спецзавдання «Зміцнення деталей за допомогою ультразвуку». У машинобудуванні одним з ефективних способів підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин є холодна поверхнева пластична деформація (ППД). При ППД покращується мікрогеометрія поверхні, підвищується поверхнева твердість, в поверхневому шарі утворюється напруга стискування, внаслідок чого підвищуються експлуатаційні властивості деталей: втомна і контактна міцність, зносостійкість, корозійна міцність і стійкість.

Поверхневий шар деталі – це шар, у якого структура, фазовий і хімічний склад відрізняються від основного матеріалу, з якого виготовлена деталь.

У поверхневому шарі можна виділити такі основні зони рисунку 5.1:

- зона адсорбованих із навколишнього середовища молекул і атомів органічних і неорганічних речовин. Товщина шару – $1 \dots 0,001$ мкм;
- зона продуктів хімічної взаємодії металу з навколишнім середовищем (зазвичай оксидів). Товщина шару – $10 \dots 1$ мкм;
- гранична зона із товщиною декількох міжатомних відстаней, яка має іншу кристалічну та електронну структуру;
- зона зі зміненими порівняно з основним металом структурою, фазовим і хімічним складом, який виникає під час виготовлення деталі та змінюється в процесі експлуатації;
- основний метал.

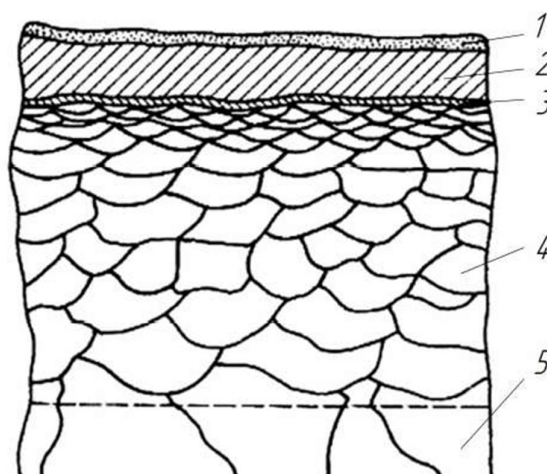


Рисунок 5.1 – Схема поверхневого шару деталі

Товщина і стан зазначених зон поверхневого шару можуть змінюватися залежно від складу матеріалу, методу обробки, умов експлуатації. Оцінюють даний стан за допомогою методів хімічного, фізичного та механічного аналізу. Різноманітність параметрів стану поверхневого складу й методів їх оцінки не дозволяє виділити єдиний параметр, який визначає якість поверхневого шару. Тому в науковій та інженерній практиці стан поверхневого шару оцінюють набором одиничних або комплексних параметрів.

До параметрів, які характеризують якість поверхневого шару, належать: геометричні параметри нерівностей поверхні, фізичний стан, хімічний склад, механічний стан.

Фізико-механічні властивості поверхневого шару матеріалу деталі суттєво відрізняються від внутрішніх. Ці відмінності обумовлені спадковістю обробки та впливом експлуатаційних умов.

Атоми, які знаходяться на поверхні деталей, мають однобічні зв'язки з металом, що обумовлює їх активізацію, у результаті чого поверхня деталі адсорбує атоми елементів навколишнього середовища. Дифузійні процеси в поверхневому шарі притаманна поява різних сполук основного металу та речовин, що проникають ззовні. Можливий також перерозподіл легуючих

елементів у поверхневому шарі, який призводить до зниження робочих властивостей деталей. Механічний, тепловий, магнітоелектричний, світловий та інші види зовнішніх впливів спричиняють збільшення спрацьовування поверхневих шарів деталі, його ерозії, кавітації, корозії, появу тріщин від утомленості тощо. При цьому суттєво погіршується робота поверхневих шарів із урахуванням негативних впливів у процесі обробки деталей або складання елементів конструкцій, які супроводжуються появою на поверхні рисок, подряпин, ум'ятин, задилок та інших дефектів.

Навіть у разі ретельної механічної обробки важко запобігти мікроскопічним подряпинам на поверхні, які є місцем концентрації напружень. Найбільш сприятливий мікрорельєф поверхні деталі може бути поверхневим зміцненням, що створює на ній залишкові стискувальні напруження. У результаті підвищуються твердість, міцність, опір відриву та утомна міцність поверхневого шару.

Поверхнєве зміцнення завдяки стабільним залишковим напруженням стискування, наклепу та сприятливому мікропрофілю поверхні підвищує витривалість деталей порівняно з механічною обробкою у 2 – 2,5 разу і більше, частково або повністю знижує шкідливий для витривалості деталей вплив конструктивних концентраторів напружень, покриттів і корозійних середовищ.

Основним технологічним способом поверхневого зміцнення є зміцнення поверхневим пластичним деформуванням (ППД).

Сутність ППД полягає у створенні нерівномірної деформації поверхневого шару конструкції у пружно-пластичній та пластичній сферах, після якої в процесі розвантаження в цьому шарі виникають напруження стискування високої інтенсивності. Ці напруження врівноважуються залишковими напруженнями розтягування низької інтенсивності в серединних шарах матеріалу.

Технологію ППД застосовують практично до всіх конструкцій із металевих матеріалів, зокрема, у механічному, заготівельно-штампувальному, слюсарно-зварювальному та складальному виробництвах.

Тривалими дослідженнями встановлено, що довговічність, а отже, і ресурс деталей із конкретного матеріалу визначають станом поверхневого шару та його пошкодженням і меншою мірою станом внутрішніх шарів матеріалу деталей. Тому одним із основних питань, які необхідно вирішити під час проектування та виготовлення конструкцій, є забезпечення високої опірності поверхневого шару.

Методи ППД поділяють на статичні й ударні. У випадку застосування статичних методів обробки інструмент, робочі тіла або середовище впливають на оброблювану поверхню з певною постійною силою P , відбувається плавне переміщення осередків впливу послідовно по всій оброблюваній поверхні.

У разі застосування ударних методів інструмент, робочі тіла або середовище багаторазово впливають на всю оброблювану поверхню або її частину, у результаті чого сила впливу P у кожному циклі змінюється від нуля або деякого значення P до максимуму, а у випадку локальної ударної дії осередок деформування може (як і в статичних методах) послідовно та рівномірно проходити через усю поверхню.

Одним з ефективних і перспективних методів зміцнення за допомогою ППД є ударна ультразвукова обробка (УЗО), здійснювана жорстко закріпленим або напіввільним металевим інструментом. В порівнянні з іншими способами ППД УЗО пластично деформує поверхневий шар імпульсно з великою частотою, швидкістю, інтенсивністю при незначному нагріві, забезпечуючи багатократне збільшення довговічності деталей і конструкцій.

Необхідною умовою високо амплітудної стійкої обробки є налаштування ультразвукової коливальної системи в резонанс. Ударний, тобто істотно нелінійний характер взаємодії коливальної системи з

металевою заготовлею викликає прояв ряду нелінійних ефектів, таких як зміщення резонансної частоти при зміні навантаження (сили притиску інструменту, контактної жорсткості оброблюваного матеріалу), двозначність амплітудно-частотної характеристики, наявність нестійких діапазонів частот збудження та ін. Ці явища утрудняють резонансне налаштування ультразвукової системи, призводять до втрати стійкості і зриву коливань.

В ході розвитку ультразвукової техніки набули поширення складніші коливальні системи, що складаються з двох і більше співударних елементів. Застосування таких систем дозволяє зменшувати втрати і концентрувати УЗ енергію в оброблюваному матеріалі, забезпечити ефективну віброізоляцію верстата або ручного інструменту, проводити віброударну обробку у важкодоступних місцях та ін. В той же час, з введенням додаткових ударних пар збільшується число ступенів свободи, що ще більш ускладнює поведінку коливальної системи. Тому динамічний аналіз складених коливальних систем з двома ступенями свободи, дослідження їх резонансних властивостей з урахуванням ударної взаємодії з оброблюваним виробом є (актуальною) первинним завданням.

Висока концентрація енергії ультразвуку в зоні обробки значною мірою впливає на фізико-механічні властивості матеріалів і протікання технологічних процесів в ході обробки матеріалів як в твердій, так і в рідкій фазі. Деформаційне зміцнення металу із-за збільшення міри пластичної деформації, інтенсифікація просочення композиту в результаті зменшення в'язкості і поліпшення змочуваності едального дозволяють покращувати структуру і підвищувати міцність готових виробів накладенням ультразвукових коливань. Тому важливими є питання вдосконалення ультразвукового ударного інструменту з метою підвищення ефективності його роботи і досягнення кращих експлуатаційних показників виробів машинобудування.

Роботи, спрямовані на рішення перерахованих проблем, є актуальними і представляють науковий і практичний інтерес.

Поверхнєве зміцнення застосовується для деталей з алюмінієвих, сталевих і титанових сплавів для підвищення їх ресурсу і надійності. Поверхнєве зміцнення служить створенню наклепу, стабільної залишкової напруги стискання, сприятливого мікропрофілю поверхні. Воно підвищує витривалість деталі в порівнянні з механічною обробкою в 2-4 рази та більше. Поверхнєве зміцнення часткове або повністю знижує вплив на циклічну міцність деталей конструктивних концентраторів напруги, підвищує стійкість в корозійних середовищах. В більшості випадків ефективність процесу зміцнення тим вище, чим більше початкова шорсткість поверхні. Зміцнення алюмінієвих і сталевих сплавів з початковою шорсткістю поверхні $Rz\ 40\ldots20$ підвищує межу витривалості на 30...40 %, з початковою шорсткістю $Ra\ 1,25\ldots0,63$ - на 15..17 %. Поверхнєве зміцнення може частково замінити процес ручного шліфування великогабаритних деталей із сталей і сплавів титану та алюмінію після їх точіння і фрезерування.

У забезпеченні високого ресурсу авіаційних конструкцій технологічним методам поверхневого зміцнення відводиться значна роль. Впровадження у вітчизняну промисловість методів ППД дозволило істотно підвищити довговічність ряду деталей, хоча і не вирішило кардинально завдання забезпечення гарантованого ресурсу силових конструкцій з високоміцних матеріалів і попередження їх втомного руйнування.

Особливості ультразвукового методу зміцнення полягають в тому, що рухомі частки зміцнюючого тіла не мають жорсткої зв'язки між собою, легко контактують з усією поверхнею оброблюваної деталі, що забезпечує відносно рівномірну обробку і можливість зміцнення деталей складної форми. Об'ємний характер вібрації дозволяє обробляти важкодоступні місця деталей складних замкнутих форм. Основними параметрами віброударного методу зміцнення є:

- матеріал і діаметр кульок ;

- амплітуда і частота коливань, визначальна швидкість і прискорення вібруючих часток;
- тривалість процесу зміцнення;
- траєкторія часток зміцнюючого тіла і зміна кутового положення площини їх руху в часі.

ВИСНОВОК

Дана магістерська робота складається з 5 основних частин: технологічної, конструкторської, проектуванню механічної ділянки, охорони праці та спеціальної частини.

В технологічній частині був спроектований технологічний процес, під час розробки якого були проведені розрахунки:

- потрібної кількості переходів на механічну обробку;
- припуски на механічну обробку циліндричних та торцевих поверхонь;
- РТК та керуюча програма для верстатів з ЧПК.

В конструкторській частині запроектовано:

- спеціальне робоче пристосування;
- спеціальне контрольно-вимірювальне пристосування.

У частині по охороні праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки вилки з точки зору безпеки проведення робіт.

В спеціальній частині розглядається ультразвукове зміцнення деталей.

Складений альбом технологічної документації на виготовлення вилки торсіона двигуна АК-1

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту зі спеціальності «Технологія машинобудування», м.Запоріжжя, 2000.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроения, 1985.
3. Справочник нормировщика – машиностроителя. В 3-х томах. Под ред. Е.И. Стружестраха. – М.: Машиностроения, 1961.
4. Богуслаев В.А., Смирнов А.С. – Станочные приспособления. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич». – 2003. – 335с.
5. Богуслаев В.А., Цыпак В.И., Яценко В.К. – Основы технологии машиностроения. – Запорожье: Изд-во ОАО «Мотор Сич». – 2003. – 336с.
6. Ципак В.І. Розрахунки технологічних розмірів при проектуванні технологічних процесів механічної обробки. Методичні вказівки. Додатки.- Запоріжжя: ЗНТУ, 1996. – 89с.
7. Косилова А.Г. и др. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение. 1976. – 287 с.
8. Маталин А.А. Технология машиностроение. – Л.: Машиностроение. 1985.- 512 с.
9. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.: ил.
10. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В.Барановского. М.: Машиностроение, 197, Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В.Барановского. М.: Машиностроение, 1972
11. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей "Технології машинобудування " та "Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів" усіх форм навчання. /Склали: Яценко В.К., Ципак В.І. та

інші - Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. -245 с.

12. Допуски и посадки. Справочник. В 2-ч. / В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б. Романов / - Л.: Машиностроение, 1983. 4.1. - 543 с.

13. Допуски и посадки. Справочник. В 2-ч. / В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б. Романов / - Л.: Машиностроение, 1983. 4.2. - 448 с.

14. Руденко П.О., Плєскач В.М., Харламов Ю.О. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: Підручник, за ред. Доц. В.М. Плєскача.-Дніпропетровськ: Наука і Освіта, 1999.-254 с, іл. 128

15. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень методом світлового потоку» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання /Укл. В.І. Шмирко, О.В. Коробко, А.Є. Островська. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 34с.

16. <http://mmetallurg.ru/marochnik-stali/konstrukcionnaya/uglerodistaya-obyiknovennaya/30x2n2vfma/>

17. Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов. Учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов / Под ред. А. М. Дальского. -М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

18. Иващенко И. А., Иванов Г. В., Мартынов В. А. Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов: Учеб. пособие для вузов. — М.: Машиностроение, 1992. — 336 с.

19. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин [Текст]: навч. посіб. / А.Г.Фесенко та [ін.] – Д.: РВВ ДНУ, 2015. – 104 с.

[illegible]

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Перв. примен.</i>					<u>Документація</u>		
	A1			ZHTY 402357.023 CB	Складальне креслення	1	
					<u>Деталі</u>		
			1		Ковпачок	1	
			2		Шайба пружна	1	
			3		Крапштейн	1	
			4		Колонка	1	
			5		Втулка	2	
			6		Шайба пружна	1	
			7		Карпус	1	
			8		Палець	1	
			9		Гвинт	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
			10		Гвинт 7006-0160 ГОСТ 13428-68	1	
			11		Гвинт М4х8 ГОСТ 17475-80	2	
			12		Гайка 7003-0133/001 ГОСТ 12460-67	2	
			13		Підшипник 8204 ГОСТ 6874-75	2	
			14		Індикатор ИЧ-1 ГОСТ 9696-75	1	
<i>Подп. и дата</i>							
<i>Инд. № докл.</i>	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ZHTY 402357.011 Пристрій для контролю паралельності поверхонь		
	Разроб.	Ольчів І.І.					
	Проєк.	Гермашев А.І.					
	Н. контр.	Лукашська Г.В.					
<i>Утв.</i>	Утв.	Дядя С.І.			Лит.	Лист	Листов
							1
					ZHTY Гр. Мз-113М		

Копирован
 Формат A4