

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до бакалаврської роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *Бакалавр*

спеціальності *131 прикладна механіка*

спеціалізації *технології машинобудування*

на тему «Розробка технологічного процесу виготовлення деталі  
(ШТОК ТШ 25.03), з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню»

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТМ-15д

Анікеєнко П.О.

(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Алтухов В.М.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент Боровік П.В.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Севєродонецьк - 2019

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 81 с., 12 табл., 8 рис., 14 джерел.

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ШТОК ТШ 25.03».

Проведено критичний аналіз норм точності деталі й аналіз на технологічність. Розглянуті два варіанти отримання заготовок й вибрано оптимальний. Розраховані режими різання й проведено нормування операцій. Спроековано станочне пристосування. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

## ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі.....	A3
Креслення заготовки.....	A3
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Пристосування верстатне.....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
Усього в листах формату A1.....	4

Комплект технологічної документації на 22 сторінках.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Визначення типу виробництва.....	7
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	8
1.3 Аналіз технологічного процесу.....	10
1.4 Аналіз існуючого і порівняння його з новим розробленим технологічним процесом.....	10
1.5 Вибір виду заготовки, її конструювання з техніко-економічним обґрунтуванням.....	12
1.6 Розрахунок і визначення проміжних припусків.....	19
1.6.1 Розрахунок припусків по переходам ШТОК.....	19
1.7 Розробка технологічного маршруту і план обробки.....	23
1.8 Розрахунок режимів різання.....	25
1.9 Розрахунок режимів різання на шліфувальну операцію.....	25
1.10 Розрахунок часу обробки.....	32
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТИНА.....	39
2.1 Методика розрахунку сил закріплення.....	39
2.2 Розрахунок сил закріплення циліндричних заготовок при базуванні по зовнішній поверхні.....	41
2.3 Контрольне пристосування.....	43
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Вихідна інформація для розрахунку.....	45
3.2 Калькуляція собівартості виготовлення, деталі типу «Шток».....	46
3.3 Відомості про використовувані в технологічному процесі верстатах .....	47
3.4 Розрахунок собівартості проектованої деталі.....	47
3.5 Визначення чисельності основних виробничих робітників для	

виготовлення деталей типу «Шток».....	50
3.6 Аналіз собівартості проектованої деталі.....	50
3.7 Економічна ефективність від впровадження Мінералокерамічних пластин ВОК-71.....	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	56
4.1 Призначення і структура системи охорони праці.....	56
4.2 Основні принципи розміщення приміщень і засобів для охорони праці.....	62
4.3 Заходи з охорони праці, техніки безпеки і протипожежного захисту, виробничої естетики на ділянці.....	67
5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	71
6 НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА.....	76
6.1 Надійність технічних засобів.....	76
6.2 Дослідження надійності інструменту.....	77
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81
ДОДАТОК 1 .....	82
ДОДАТОК 2.....	83
ДОДАТОК 3.....	84
ДОДАТОК 4.....	85
ДОДАТОК 5.....	86
ДОДАТОК 6.....	87

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЧПУ – числове програмне управління

ГКР – горизонтально – кувальна машина

ПДВ – податок на додану вартість

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ГОСТ – Державний стандарт

МОР – мастильно – охолодна рідина

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій

ЦЗ – цивільний захист

НС – надзвичайні ситуації

АЕС – атомна електростанція

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

## ВСТУП

Відмінною особливістю сучасного етапу розвитку машинобудування є широке використання досягнень фундаментальних і загально інженерних наук для вирішення теоретичних проблем і практичних завдань технології машинобудування. Поширюється застосування обчислювальної техніки при проектуванні технологічних процесів і математичне моделювання процесів механічної обробки. Здійснюється автоматизація програмування процесів обробки на верстатах з ЧПУ.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і складання (особливо в напрямках створення маловідходної технології, чистового складання і автоматизації складальних робіт). Розвиток технології машинобудування на цьому етапі повинен здійснювати перехід до масового застосування високоефективних систем машин і технологічних процесів, що забезпечують комплексну механізацію і автоматизацію виробництва, технічне переоснащення його основних галузей.

# 1 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Визначення типу виробництва

Шток.

Залежно від розміру виробничої програми, від виду виробленої продукції, а також технічних і економічних умов здійснення виробничого процесу, усі різноманітні виробництва умовно діляться на три основні види:

1. Дрібносерійне і одиничне виробництво.
2. Серійне.
3. Багатосерійне і масове виробництво.

При одиничному виробництві виготовляються вироби широкої номенклатури в малих обсягах, які або не повторюються, або повторюються через певний час.

При серійному виробництві встановлюють серію виробів регулярно повторюються через певні проміжки часу.

При визначенні типу виробництва виготовлення штока можна вважати, що тип виробництва залежить від двох чинників, а саме: заданої програми і трудомісткості виготовлення деталей.

На підставі заданої програми (і трудомісткості) виготовлення деталі розраховується такт випуску  $t_B$ , а трудомісткість визначається середнім штучним часом  $T_{шт}$  за операціями чинного техпроцесу.

$$\tau_B = \frac{F\delta \cdot 60}{N}; \quad (1.1)$$

де  $F\delta$  - дійсний річний фонд часу роботи обладнання (годину)

$N$  - річна програма випуску деталей (шт.)

$$\tau_B = \frac{2008 \cdot 60}{720} = 167,3 \text{ хв. / шт.} \quad [4, \text{ с.22}]$$

Для визначення трудомісткості виготовлення деталі визначимо  $T_{шт}$  за операціями діючого технічного процесу.

$$T_{um.cр.} = \frac{\sum_i^n T_{um.i}}{n}; \quad (1.2)$$

де  $\sum_n^i T_{um.i}$  - сумарний штучний час за усіма операціями технологічного процесу;

$n$  - число операцій;

$\sum_n^i T_{um.i}$  - нормування технологічного процесу, норма часу виготовлення складає 4,87 години.

$$T_{um.cр.} = \frac{292}{7} = 41,7 \text{ хв.}$$

Обчислюємо коефіцієнт серійності  $k_c$  за формулою:

$$k_c = \frac{\tau_B}{T_{um.cр.}}; \quad (1.3)$$

$$k_c = \frac{167,3}{41,7} = 4$$

За коефіцієнтом серійності визначили, що виробництво - дрібносерійне.

При груповій формі організації виробництва запуск виробів проводиться партіями з певною періодичністю, що є ознакою серійного виробництва.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску допускається визначати спрощеним способом за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{251}, \quad (1.4)$$

$$n = \frac{720 \cdot 24}{251} = 69 (\text{дет.} / \text{міс.})$$

де  $a$  - періодичність запуску в днях

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі



Деталь приводу ШТОК виготовлена зі сталі 40ХЗ - конструкційна легована.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі

C	Mn	Si	Cr
0,35-0,42	0,3-0,6	0,2-0,45	2,35-2,65

Середній вміст вуглецю забезпечує в'язкість серцевини, що після гарту дозволяє отримати необхідну твердість поверхні і забезпечити достатню міцність всієї деталі, також гальванопокриття захищає її від зовнішніх умов, при цьому збільшуючи термін експлуатації.

Додання марганцю підвищує твердість і зносостійкість сталі.

Кремній збільшує міцність, при збереженні в'язкості, а також підвищує пружність матеріалу.

Додання хрому при незначному зниженні пластичності, підвищує міцність і корозійну стійкість сталі.

Також вміст хрому є обов'язковими для хромування сталі. У свою чергу хромуванні дозволяє значно збільшити зносостійкість і межа витривалості поверхні.

Конфігурація поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовлі.

В іншому - деталь досить технологічна.

Одним з показників технологічності деталі є коефіцієнт використання матеріалу. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{m_u}{m_3}, \quad (1.5)$$

де  $m_u$  - маса деталі ;

$m_3$  - маса заготовки.

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{0,52}{2,23} = 0,25$$

### 1.3. Аналіз технологічного процесу

Деталь ШТОК

Виробництво експериментально-одиничне.

Аналіз конструкції і вимоги, що пред'являються до якості поверхні

виготовляється з *круга*  $\frac{45 - ВГОСТ}{40ХЗГОСТ}$ . Маса готової деталі 0,52 кг.

Задані вимоги: Термообробка 285 ... 320.НВ.

Покриття ХЗ6.  $F = 2,27 \text{ дм}^2$ , Кормі внутрішніх поверхонь.

Деякі поверхні поліруються після покриття.

Поверхня Ж з поверхнею, що сполучається.

Обробка поверхні по заданих квалітетах точності, як діаметр d 25 по f 9, діаметр d 25 по h 14. Також вимоги по шорсткості діаметр d25 по f 9 полірувати до  $R_a = 0.8 \text{ мкм}$ , діаметр 12 по f 9 до  $R_a = 0.8 \text{ мкм}$ .

Вимога просторового відхилення - допустиме биття поверхні діаметр d 42 по f 9 щодо діаметр d 25 по f 9 до 0,03 мкм.

### 1.4 Аналіз існуючого і порівняння його з новим розробленим технологічним процесом

Аналіз існуючого технологічного процесу повинен бути проведений з точки зору забезпечення якості продукції. При цьому слід з'ясувати, чи правильно він складений для виконання вимог креслення і дотримуються усі вимоги технологічного процесу.

Існуючий технологічний процес обробки штока складається з самих різних технологічних операцій. До 35 операції по технологічному процесу йде чорнова обробка деталі. Операція № 40 є операцією термообробки. Після неї починається остаточна обробка деталі (отримання потрібних поверхонь, остаточних розмірів, потрібних шорсткостей). Операція № 050 є операцією гальванопокриття. Серед цих операцій є найрізноманітніші: токарні,

фрезерні, шліфувальні на яких задіяно саме різне обладнання (1К62, 6Р81Г, 2Н125, 3Г71М, 3У10МАФ10, 3М227ВФ2).

Аналіз існуючого технологічного процесу повинен бути проведений з точки зору забезпечення якості продукції. При цьому слід з'ясувати, чи правильно він складений для виконання вимог креслення і дотримуються усі вимоги технологічного процесу.

Таблиця 1.2 – Технічний процес деталі ШТОК

№ оп	Назва операції	Зміст операції
005	Фрезерно-відрізна	Відрізати заготовку в розмір $L = 180$ мм
010	Токарно-гвинторізна	Підрізати торець – номер 6; Центрування торця – номери 1,7; Точити поверхню – номери 2-5 нарочно.
015	Токарно-гвинторізна	Точити поверхню номери 1-12 начисто
020	Токарно-гвинторізна	Свердлити отвір, витримуючи $D = 14,43 + 0,2$ на довжину $45 + -0,1$ – номер 1 Розточити поверхню номер 3; фаску $1,6 \times 45$ за номером 4 ; Нарізати різьбу $M16 \times 1,5-7H$ на довжину $40 + -0,1$ за номером 2
025	Термічна	
030	Токарно-гвинторізна	Точити поверхню номер - 1,2,4; Точити поверхню номер – 3; Точити поверхню за номером – 5;
035	Вертикально-сверлильна	Проводити сверлиня 8 отворів діаметром $6,6 H14$ за норами – 1,2.
040	Горизонтально-фрезерна	Фрезерувати паз витримуючи розмір $4 \pm 0,5$ $4 + 0,5$ і кут $45$ град. За номером 1
045	Слюсарна	Зняти задирки після фрезерних операцій
050	Гальванопокриття	
055	Контрольна	Перевірити деталь на дефекти та свірити розміри по контрольній карті

Представлений технологічний процес дозволяє виконати усі вимоги креслення, але трудомісткий.

Можна виключити контрольну і поєднати токарні операції, виконавши за один установ на чорнових проходах. Також вважаю за доцільне всю механічну обробку вести після відпустки заготовки. В рамках оптимізації технологічного процесу для дрібносерійного виробництва пропоную ввести фрезерноцентровальну операцію, так як скоротити час на приготування.

### **1.5 Вибір виду заготовки, її конструювання з техніко-економічним обґрунтуванням**

Зробимо техніко-економічний розрахунок двох варіантів виготовлення заготовок: похило і штампування на ГКР. Річний обсяг випуску 720 шт., маса деталі 0,52 кг. Робочий креслення деталі (лист 1), матеріал - сталь 40Х3. Тип виробництва - малосерійний.

Варіант 1:

За основу розрахунку проміжних припусків приймаємо зовнішній діаметр деталі  $\phi 42-0,087$  мм. (Лист 1).

Обробку поверхні  $\phi 42-0,087$  мм. виробляють в жорстких центрах, на токарному верстаті.

Технологічний маршрут обробки даної поверхні:

Операція 10 Токарська чорнова

20 Токарська чистова

Визначаємо припуск на механічну обробку:

$$D_p = D_n + 2z, \quad (1.6)$$

де  $D_n$  - номінальний діаметр оброблюваної поверхні;

$z$  - припуск на обробку;

$D_p$  - розрахунковий діаметр з урахуванням припуску на обробку.

$$D_{p,20} = 42 + 2 = 44 \text{ мм.}$$

$$D_{p.z.} = D_p + 2z \quad (1.7)$$

$$D_{p.z.} = 44 + 4.5 = 48,5 \text{ мм.}$$

За розрахунковими даними заготовки вибираємо необхідний розмір гарячекатаного прокату звичайної точності по ГОСТ 2590-88

$$\text{круга} \frac{45 - \text{ВГОСТ}2590 - 88}{40X - 3\text{ГОСТ}4543 - 71}$$

Нормальна довжина прокату при данному діаметрі 4 ... 7 м.

Відхилення для  $\phi 45$  мм. рівні  $(\frac{+0,5}{-1,0})$  мм. [6, с. 43, табл. 3.14]

Визначимо загальну довжину заготовок:

$$L_3 = L_\partial + 2z_{\text{подр.}} \quad (1.8)$$

де  $L_3$  - номінальна довжина деталі по робочим кресленням, мм;

$Z_{\text{подр.}}$  - припуск на підрізування торцевих поверхонь.

$$L_3 = 174,7 + 2 \cdot 1,2 = 177,1 \text{ мм [ 6, с. 40, табл. 3.12]}$$

Приймаємо довжину заготовки  $L_3 = 180 \pm 2$  мм.

Визначимо обсяг заготівлі:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_{3.П}^2}{4} \cdot L_3, \quad (1.9)$$

де  $L_3$  - довжина стрижня (заготовки) з плюсовим допуском, см;

$D_{3.П}$  - діаметр заготовки за плюсовим допуском, см.

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} \cdot 18,2 = 289,31 \text{ см}^3.$$

Визначимо масу заготовки:

$$G_3 = \gamma \cdot V_3, \quad (1.10)$$

де  $\gamma$  - щільність матеріалу.

$$\gamma = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3};$$

$$G_3 = 7,8 \cdot 289,31 = 2,23 \text{ кг.}$$

Обираємо оптимальну довжину прокату для виготовлення заготовки.

Втрати на затиск заготовки  $l_{\text{з.аж.}} = 80$  мм.

Заготовлю відрізають на ножицях. Це найпродуктивніший і дешевий спосіб.

Довжину торцевого обрізання прокату визначаємо зі співвідношення:

$$l_{об.} = (0,3...0,5)d, \quad (1.11)$$

де  $d$  - діаметр перетину заготовки,

$d = 45$  мм.

$$l_{об.} = 0,3 \cdot 45 = 13,5 \text{ мм.}$$

Число заготовок, виходячи з прийнятої довжини прокату за стандартами, визначається за формулою:

$$X = \frac{L_{np} - l_{зАЖ} - l_{об.}}{L_3 + l_{np}}, \quad (1.12)$$

де  $L_{np}$  - довжина обраного прокату.

При довжині прокату 4 м.:

$$X_4 = \frac{4000 - 80 - 13,5}{180} = 21,7 \text{ шт.}$$

Отримуємо 14 заготовок.

При довжині прокату 7 м.:

$$X_7 = \frac{7000 - 80 - 13,5}{180} = 38,4 \text{ шт.}$$

Отримуємо 38 заготовок.

Залишок довжини визначається в залежності від прийнятої довжини прокату.

$$L_{НК} = L_{np} - l_{o.m} - l_{зАЖ} - (l_3 \cdot X) \quad (1.13)$$

або

$$\Pi_{НК} = \frac{(L_{НК} \cdot 100)}{L_{np}}; \quad (1.14)$$

З прокату довжиною 4 м.:

$$L_{НК4} = 4000 - 13,5 - 80 - (180 \cdot 21,7) = 0,5 \text{ мм.}$$

або

$$P_{HK4} = \frac{(0,5 \cdot 100)}{4000} = 0,01\%.$$

З прокату довжиною 7 м.:

$$L_{HK7} = 7000 - 13,5 - 80 - (180 \cdot 38,4) = 5,5 \text{ мм.}$$

або

$$P_{HK7} = \frac{(5,5 \cdot 100)}{7000} = 0,078\%.$$

З розрахунків за некратами слід, що прокат довжиною 4 м. для виготовлення заготовок економічніше, ніж прокат довжиною 7 м.

Витрати матеріалу на затиск при відрізку по відношенню до довжини прокату складуть:

$$P_{ЗАЗ} = \frac{(l_{ЗАЗ} \cdot 100)}{L_{np}}; \quad (1.15)$$

$$P_{ЗАЗ} = \frac{(80 \cdot 100)}{4000} = 2\%.$$

Витрати матеріалу на довжину торцевого обріза прокату в процентному відношенні до довжини прокату складуть:

$$P_{o.m} = \frac{(l_{o.m} \cdot 100)}{L_{np}}; \quad (1.16)$$

$$P_{o.m} = \frac{(13,5 \cdot 100)}{7000} = 0,34\%.$$

Загальні витрати до довжини обраного прокату:

$$P_{ПО} = P_{HK} + P_{o.m} + P_{ЗАЗ}; \quad (1.17)$$

$$P_{ПО} = 0,01 + 0,34 + 2 = 2,35\%.$$

Витрата матеріалу на одну деталь з урахуванням усіх технологічних неминучих витрат визначаємо за формулою:

$$G_{зп} = \frac{G_3 \cdot (100 + P_{ПО})}{100}; \quad (1.18)$$

$$G_{зп} = \frac{2,23 \cdot (100 + 2,35)}{100} = 2,8 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{н.м} = \frac{G_0}{G_{зп}}; \quad (1.19)$$

$$K_{н.м} = \frac{2,23}{2,8} = 0,8.$$

Вартість заготовки з схилю:

$$Cз = C_M \cdot G_{зп} - (G_{зп} - G_0) \cdot C_{отх.}, \quad (1.20)$$

де  $C_M$  - ціна 1 кг. матеріалу заготовки;

$C_{отх.}$  - ціна відходів матеріалу.

$$Cз = 13,5 \cdot 2,8 - (2,8 - 2,23) \cdot 0,9 = 37,4 \text{ грн}$$

Повна вартість обчислюється як:

$$C = \tilde{N}\zeta + \tilde{N}\acute{a}, \quad (1.21)$$

де  $C_{об}$  - орієнтовна вартість обробки;

$$C_{об} = \frac{\tilde{N}\acute{o}\grave{a} \cdot (G\zeta\grave{i} - G\grave{a})}{K_0} \quad (1.22)$$

де  $C_{уд}$  - питомі витрати на зняття 1кг стружки;

$K_0$  - коефіцієнт оброблюваності;

$$C_{об} = \frac{50 \cdot (2,8 - 2,23)}{0,85} = 33,5 \text{ грн.},$$

$$C = 37,4 + 33,5 = 70,9 \text{ грн.},$$

Варіант 2:

Заготівля виготовлена методом гарячого об'ємного штампування на горизонтально-кувальній машині (ГКР).

Ступінь складності С1. Точність виготовлення поковки - клас 1. Група стали М1.

Обсяг заготівлі визначаємо виходячи відповідно до розмірів певним при її конструюванні, для цього треба умовно розбити фігуру заготівлі на окремі прості елементи і проставити на них розміри з урахуванням плюсових допусків. (Рисунок 3)



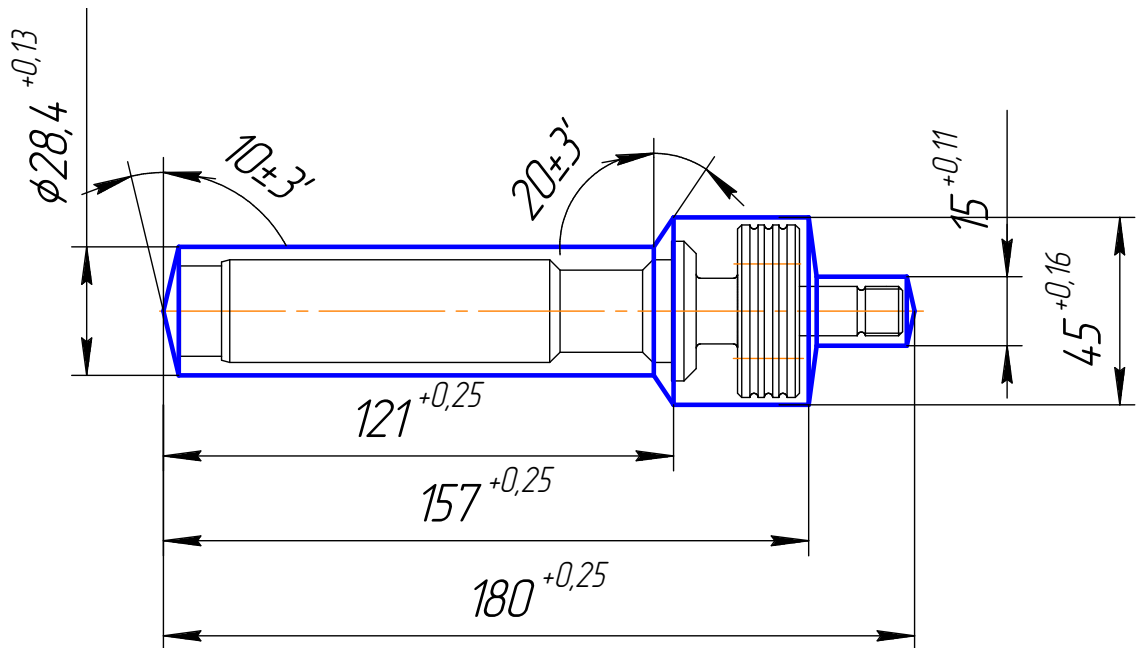


Рисунок 1.1 - Спрощена заготовка

Визначимо обсяг окремих елементів заготовки:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L, \quad (1.23)$$

де  $D$  - діаметр перетину вибраної ділянки заготовки з урахуванням верхнього відхилення;

$L$  - довжина вибраної ділянки заготовки з урахуванням верхнього відхилення.

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 2,84^2}{4} \cdot 11,9 = 75,4 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} \cdot 27,1 = 43,07 \text{ см}^3;$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \cdot 2,3 = 4,1 \text{ см}^3;$$

Загальний обсяг заготівлі:

$$V_0 = V_1 + V_2 + V_3;$$

$$V_0 = 75,4 + 43,07 + 4,1 = 122,57 \text{ см}^3;$$

Маса штампованої заготовки:

$$G_{з.ш.} = \gamma \cdot V_0; \quad (1.24)$$

$$G_{3.ш.} = 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 122,57 = 0,956 \text{ кг}$$

Беручи неминучі технологічні витрати (угар, облой і так далі) при гарячого об'ємного штампування рівними 10%, визначимо витрата матеріалу на 1 деталь:

$$G_{3.п.} = \frac{G_{3.ш.} \cdot (100 + \Pi_{ш.})}{100}; \quad (1.25)$$

$$G_{3.п.} = \frac{0,956 \cdot (100 + 10)}{100} = 1,05 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу на штамповану заготовку:

$$K_{и.м.} = \frac{G_{д.}}{G_3}; \quad (1.26)$$

$$K_{и.м.} = \frac{0,52}{1,05} = 0,49$$

Вартість штампованої заготовки:

$$C_{3.ш.} = C_M \cdot G_{3.п.} - (G_{3.п.} - G_{д.}) \cdot C_{отх.}; \quad (1.27)$$

$$C_{3.ш.} = 35,2 \cdot 1,05 - (1,05 - 0,52) \cdot 0,9 = 36,48 \text{ грн.}$$

Знайдемо повну вартість:

$$C_{об} = \frac{80 \cdot (1,05 - 0,52)}{0,85} = 24,9 \text{ грн.}, \quad (1.28)$$

$$C = 36,5 + 24,9 = 61,4 \text{ грн.},$$

Річна економія матеріалу від обраного варіанту виготовлення заготовки:

$$\mathcal{E}_M = (G'_{3.п.} - G''_{3.ш.}) \cdot N, \quad (1.29)$$

де  $G'_{3.п.}$  - вага заготовки з прокату;

$G''_{3.ш.}$  - вага заготовки виготовленої методом гарячого об'ємного штампування.

$$\mathcal{E}_M = (2,23 - 0,956) \cdot 720 = 917,3 \text{ кг.}$$

Економічний ефект виготовлення заготовки з штампування:

$$\mathcal{E} = (C_{3.п.} - C_{3.ш.}) \cdot N, \quad (1.30)$$

$$\mathcal{E} = (70,9 - 61,4) \cdot 720 = 6800 \text{ грн.}$$

Таблиця 1.3 - Економічні показники

Показники	Варіант 1	Варіант 2
$K_{i.m.}$	0,8	0,49
Вартість заготовки, грн.	70,9	61,4

Техніко-економічні розрахунки показують, що заготовка, отримана методом гарячого об'ємного штампування на ГКР, економічніша щодо використання матеріалу, але істотно дорожче, ніж заготівля з прокату на підставі чого застосування її вважаю не доцільним.

## 1.6 Розрахунок і визначення проміжних припусків

### 1.6.1 Розрахунок припусків по переходам ШТОК.

Таблиця 2.4 - Результати розрахунків.

№перехода	технологічний перехід IT	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}, \text{мкм}$	$D_{min}, \text{мм}$	$T_{dis}, \text{мкм}$	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
		$Rz_i$	$h_i$	$\rho_i$	$\epsilon_{уст i}$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{mi n}$	$2Z_{ма x}$
1	Прокат IT16	250	250	985	-	-	28.915	300	28.91	31.915	-	-
2	Точити на чорно IT13	100	50	60	100	2980	25.935	400	25.93	26.335	2.57	5.9
3	Точити на чисто IT10	30	25	40	50	681	25.254	120	25.25	25.374	0.54	1.08
4	Попереднє шліфування	10	20	20	0	202	25.052	46	25.05	25.098	0.15	0.3
5	Чистове шліфування	4	15	10	0	122	24.93	20	24.93	24.95	0.1	0.3

Визначимо елементи припуску  $\rho_{про}$  і  $\epsilon_{уст}$

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} \quad (1.31)$$

де  $\rho_{см}$  - кривизна зміщення

$\rho_{кор}$  - кривизна викривлення

$\rho_{ц}$  - кривизна центрування

$$\rho_{кор} = \Delta_{к} \times L ,$$

де  $\Delta_{до}$  питома кривизна

$L$  - довжина заготовки

$$\Delta_{до} = 1,5 \text{ мкм} / \text{мм} [ 7, \text{ с.180, табл. 1}]$$

$$\rho_{кор} = 1,5 \cdot 270 = 405 \text{ мкм}$$

Величина відхилення розташування заготовки центрування

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1} \quad (1.32)$$

де  $\delta_3$  - допуск на поверхні, що використовуються в якості базових на фрезерно-центрувальних операціях

$$\delta_3 = 1,3 \text{ мм}$$

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1,3^2 + 1} = 0,41 \text{ мм}$$

Сумарне відхилення розташування

$$\rho_0 = \sqrt{800^2 + 405^2 + 410^2} = 985 \text{ мкм}$$

Похибка установки при базуванні заготовки в центрах

$$\varepsilon_2 = 190 \text{ мкм} [6, \text{ с.139, табл.6}]$$

Залишкове сумарне розташування заготовки після чорнової обробки

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_0 \quad (1.33)$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення [4, с. 190].

для переходу 2  $K_y = 0,06$

для переходу 3  $K_y = 0,04$

для переходу 4  $K_y = 0,02$

для переходу 5  $K_y = 0,01$

тоді

$$\rho_2 = K_{y2} \cdot \rho_0 = 985 \cdot 0,06 = 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_0 = 985 \cdot 0,04 = 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_4 = K_{y4} \cdot \rho_0 = 985 \cdot 0,02 = 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_5 = K_{y5} \cdot \rho_0 = 985 \cdot 0,01 = 10 \text{ мкм}$$

похибка установки

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{i-1} \cdot K_y$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 K_y = 2500 \cdot 0,04 = 100 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_1 K_y = 2500 \cdot 0,02 = 50 \text{ мкм}$$

Похибка установки на 4 і 5 переходах  $\varepsilon_5 = 0$ .

Мінімальний припуск на чорнову обробку

$$2Z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + 2\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (1.34)$$

$$2Z_{\min 2} = 2(250 + 250) + 2\sqrt{985^2 + 100^2} = 2980 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 3} = 2(100 + 50) + 2\sqrt{60^2 + 50^2} = 681 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 4} = 2(25 + 25 + 52) = 202 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 5} = 2(10 + 20 + 32) = 122 \text{ мкм}$$

Проміжні розрахункові розміри по оброблюваних поверхнях  
максимальні припуски

$$d_{\min i-1} = d_{\min} + 2Z_{\min i} \quad d_{\max i} = d_{\min} + T_{di}$$

$$d_{\min 5} = 24,93 \text{ мм}$$

$$d_{\max 1} = 28,915 + 3 = 31,915 \text{ мм}$$

$$d_{\min 4} = 24,93 + 0,122 = 25,052 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 25,93 + 0,4 = 26,335 \text{ мм}$$

$$d_{\min 3} = 25,052 + 0,202 = 25,254 \text{ мм}$$

$$d_{\max 3} = 25,254 + 0,120 = 25,374 \text{ мм}$$

$$d_{\min 2} = 25,254 + 0,681 = 25,935 \text{ мм}$$

$$d_{\max 4} = 25,052 + 0,046 = 25,098 \text{ мм}$$

$$d_{\min 1} = 25,935 + 2,98 = 28,915 \text{ мм}$$

$$d_{\max 5} = 24,93 + 0,020 = 24,95 \text{ мм}$$

Мінімальні припуски / Максимальні припуски

$$2Z_{\min i} = d_{i-1_{\min}} - d_{i_{\max}} \quad 2Z_{\max} = d_i - l_{\max} - d_{\min i}$$

$$2Z_{\min 2} = 28,91 - 26,335 = 2,57 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2} = 31,915 - 25,93 = 5,9 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 3} = 25,94 - 25,4 = 0,54 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3} = 26,335 - 25,25 = 1,08 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 4} = 25,26 - 25,1 = 0,15 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 4} = 25,4 - 25,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 5} = 25,1 - 25 = 0,1 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 5} = 25,3 - 25 = 0,27 \text{ мм}$$

Перевірка результатів розрахунку

$$2Z_{\max i} - 2Z_{\min i} = T_{D_i} + T_{D_i} - 1 - \text{умова перевірки} \quad (1.35)$$

$$2Z_{\max 5} - 2Z_{\min 5} = 0,27 - 0,10 = 0,07$$

$$TD_4 + TD_5 = 0,046 + 0,02 = 0,066$$

$$2Z_{\max 4} - 2Z_{\min 4} = 0,3 - 0,15 = 0,15$$

$$TD_3 + TD_4 = 0,12 + 0,046 = 0,166$$

$$2Z_{\max 3} - 2Z_{\min 3} = 1,08 - 0,54 = 0,54 \text{ мм}$$

$$TD_2 + TD_3 = 0,4 + 0,12 = 0,52 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2} - 2Z_{\min 2} = 5,9 - 2,57 = 3,4$$

$$TD_1 + TD_2 = 3 + 0,4 = 3,4$$

Розрахунки показують, що розрахунок припусків виконано, правильно.

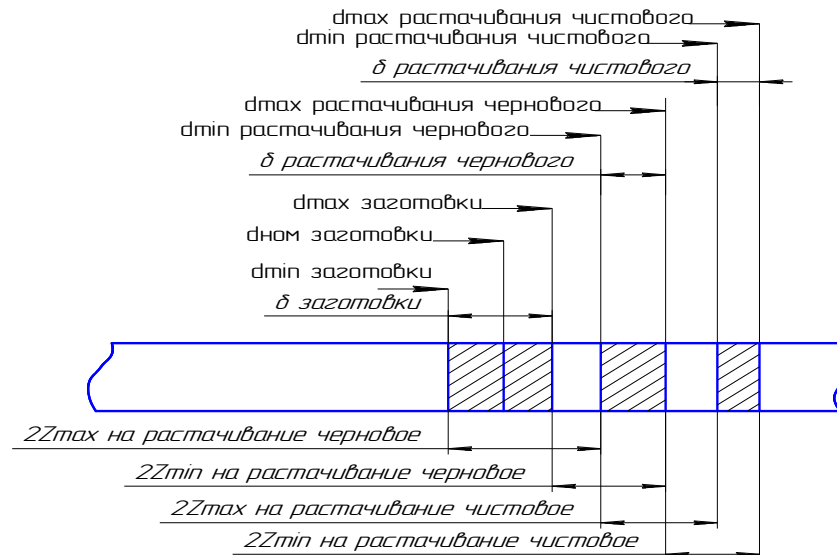


Рисунок 1.2 - Структура припуску

### 1.7 Розробка технологічного маршруту і план обробки.

Розробку технологічного маршруту починаємо з заповнення карти вихідних даних в таблицю 1.3

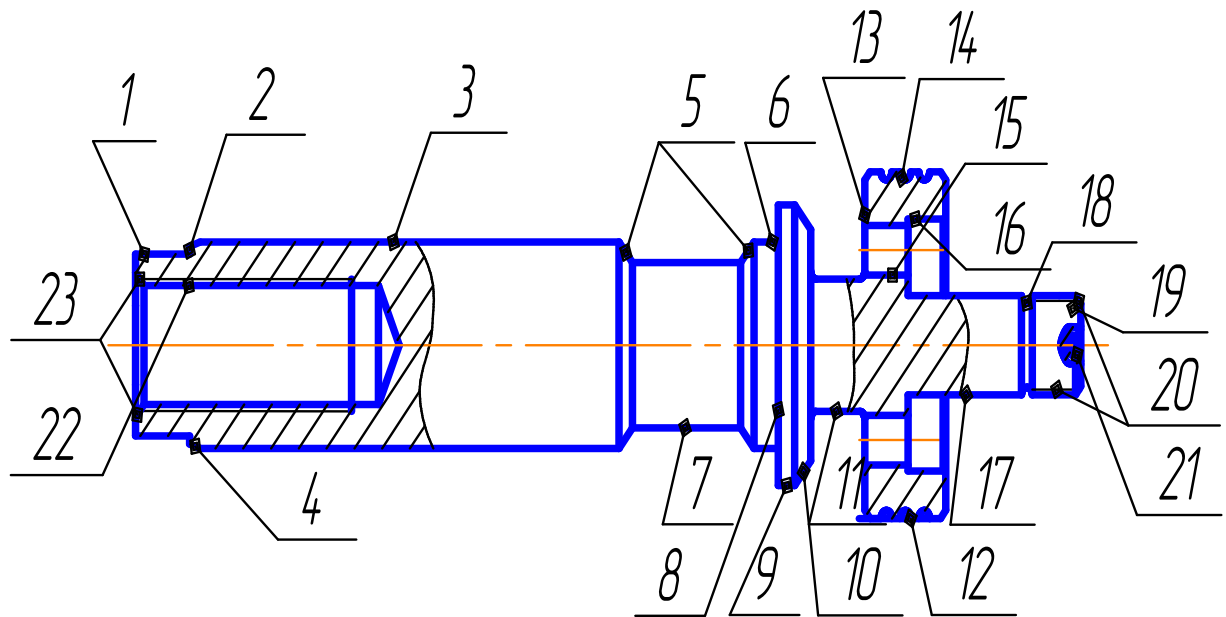


Рисунок 1.3 - Нумерація поверхонь деталі.

Таблиця 1.5 - Карта вихідних даних.

п \ п	№Поверхності	шорсткість R a	Рекомендовані операції	Технічні вимоги
1	2	3	4	5
2	21,24	12,5	Фрезерноотрезная	
3		12,5	Токарська чорнова Токарська чистова шліфувальна	
4	2,22,28	3,2	Токарська чорнова Токарська чистова шліфувальна	Нарізування різьби на 20 і 22
5	5,14,16	0,8	Токарська чистова Токарська чорнова шліфувальна чорнова шліфувальна чистове	Радіальне биття щодо осі центрів; співвісність поверхонь 12і3.
6	3	0,8	Токарська чистова Токарська чорнова шліфувальна чистове шліфувальна чистове	
7	1,19	6,3	фрезерна	

Вибір обладнання виробляємо виходячи з технологічних можливостей верстатів і їх технічних характеристик.



Так для токарної обробки застосуємо токарновінторезний верстат 16К20, на нинішньому етапі розвитку електронних технологій, системи числового програмного керування несуттєво здорожують верстат і при цьому не тільки значно розширюють технологічні можливості верстата, але і підвищують його продуктивність. Застосування верстата на токарної чистової операції при контурній обробці дозволять одночасно проточити діаметри, обробити торці і отримати фаски.

На фрезерної операції використовуємо верстат 6Р81Г і 6Р12.

На шліфувальній операції круглошліфувальний верстат 3У10МАФ10.

Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблиці 1.6.

Таблиця – 1.6. - Технічні характеристики обраних верстатів

п \ п	Модель обладнання	Діапазон частот обертання п хв-1	Діапазон подач $S_0$ мм / хв	Потужність кВт	Габарити станка мм	Маса станка кг
1	16К20	12,5-2000 22швидкості	3-1200 1,5-600	10	1710×1750	4000
2	6Р12	63-2800	11,2-500	2,2	1250×1205	830
3	3У10МАФ10	50-1000	0,05-5	7,5	2540×1950	4000

## 1.8 Розрахунок режимів різання

## 1.9. Розрахунок режимів різання на токарних операціях 010

Вихідні дані

Деталь - ШТОК

Матеріал - сталь 40Х-3 ГОСТ4543-71 ( $\delta_b = 1060$  МПа НВ = 270)

Заготівля - прокат 45-В ГОСТ2590-88

Обробка - токарна чистова

Тип виробництва - одиничне

Пристосування - патрон повідковий з центром

Зміна деталі - ручна

Жорсткість верстата - середня

Зміст операції, зміст переходів, довжина обробки і величина припуску наведені в таблиці

Таблиця 1.8.- Характеристика режиму різання

Зміст переходу	Довжина обробки	Припуск
Точити поверхні, витримати р розміри $\phi 27-0,2$ ; $\phi 36-0,2$ ; $\phi 44-0,3$ ;	150	0,3

Вибір різального інструменту

Різець токарний прохідний збірний з механічним кріпленням твердосплавних пластин.  $h = 20$

$$b = 20 \quad L = 140$$

Пластина 3х гранная, T15K6

$$\varphi = 92^\circ, \varphi_1 = 8^\circ, \lambda = 0 \quad \alpha = 11^\circ$$

Дані обладнання:

Модель - 16K20

Потужність 10 кВт

Число швидкостей шпинделя 22

Частота обертання шпинделя 12,5 - 2000 об / хв

Подача супорта:

Поздовжня 3 - 1200 мм / хв

Поперечна 1,5 - 600 мм / хв

Число ступенів подач: поздовжніх 22

Поперечних 24

Розрахунок режимів різання

Глибина різання  $t = 0,3$  мм.

Подача  $S = 0,25$  мм / об [3, с.268, табл. 14].

Розрахункова швидкість різання [ 8, с.265]:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (1.36)$$

де  $C_U$  - поправочний коефіцієнт;  $C_U = 420$  [ 8, с.269, табл.17];

$T$  - стійкість, хв;  $T = 90$  хв

$t$  - глибина різання, мм;

$m, x, y$  - показники ступеня;  $m = 0,2, x = 0,15, y = 0,2$ , [8, с.269, табл.17];

$K_U$  - поправочний коефіцієнт, враховує фактичні умови різання.

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ІУ},$$

де  $K_{MU}$  - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [3,с.261, табл.1];

$K_{ПУ}$  - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;  $K_{ПУ} = 1,0$  [3,с.263, табл.5];

$K_{ІУ}$  - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;  $K_{ІУ} = 1,0$  [4, с.263, табл.6];

$$K_{MU} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_U},$$

де  $K_r$  - коефіцієнт, характеризує групу сталі по оброблюваності;  $K_r = 1,0$  [6, с.262, табл.2];

$\sigma_b$ - межа міцності;  $n_U$  - показник ступеня;  $n_U = 1,0$  [4, с.262, табл.2];

тоді:

$$K_{MU} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{1060}\right)^{1,0} = 0,71.$$

тоді:

$$K_U = 0,71 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,71.$$

тоді:

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,3^{0.15} \cdot 0,25^{0.2}} \cdot 0,71 = 207,8 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.37)$$

де  $V$  - розрахункова швидкість різання, м / хв;

тоді:

Перехід 1: точіння  $\phi 27$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 27} = 2451 \text{ хх}^{-1}$$

Перехід 2: точіння  $\phi 36$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 36} = 1838 \text{ хх}^{-1}$$

Перехід 3: точіння  $\phi 44$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 44} = 1504 \text{ хв}^{-1}$$

Коригування режимів різання за паспортними даними верстата:

фактична частота обертання шпинделя

Перехід 1:  $n = 2000$  об / хв;

Перехід 2:  $n = 1800$  об / хв;

тоді фактична швидкість різання:

Перехід 1:

$$V = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 2000}{1000} = 169 \text{ м/хв}$$

Перехід 2:

$$V = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1800}{1000} = 203 \text{ м/хв}$$

Перехід 3:

$$V = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 1600}{1000} = 221 \text{ м/хв}$$

Розрахунок сил різання

Головна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.38)$$

де  $C_p$  - поправочний коефіцієнт;  $C_p = 300$  [8, с.273, табл.22];

$x, y, n$  - показники ступеня;

$$x = 1,0, y = 0,75, n = -0,15 \text{ [8, с.273, табл.22];}$$

$K_p$  - поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p}$$

$K_{MP}$  - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу [8, с.264, табл.9];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_b}{750}\right)^n$$

де  $\sigma_b$  - межа міцності;

$n$  - показник ступеня;  $n = 0,75$  [8, с.264, табл.9];

тоді:

$$K_{MP} = \left(\frac{1060}{750}\right)^{0,75} = 1,29$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\Gamma p}$  - поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складові сили різання.

$$K_{\phi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\Gamma p} = 1,0; \text{ [8, с.275, табл.23];}$$

тоді:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 230^{-0,15} \cdot 1,29 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 158 \text{ Н.}$$

потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{158 \cdot 221}{1020 \cdot 60} = 0,57 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт; } 0,57 < 7,5$$

Висновок: Обработка возможна.

### 1.9.2 Розрахунок режимів різання під час свердління.

Вихідні дані:

Деталь - Шток

Матеріал - сталь 40Х-3 ГОСТ4543-71 ( $\delta_b = 1060$  МПа НВ = 270)

Заготовка - прокат 45-В ГОСТ2590-88

Обробка - свердління отворів, вибір свердел проводиться [8, с.277, табл.25];

Тип виробництва - одиничне

Приспособлення- 6В12 Патрон ГОСТ 8522-79; Морзе В12;

Зміна деталі - ручна

Жорсткість верстата - середня

Структура операцій (послідовність переходів)

Оп 085 Сверлильная

Свердли 8 отворів розташованих від осі по  $D = 23, \phi 6 + 0,3$

Свердло ГОСТ 10903-77;

Розрахунок елементів режимів обробки

Глибина різання  $t = 0,5 \cdot D$ ,

Швидкість різання, м / хв,

$$V = \frac{C_U \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_U \quad (1.39)$$

де  $C_U$  - поправочний коефіцієнт;  $C_U = 9,8$  [8, с.264, табл.9];

$T$  - стійкість, хв;  $T = 90$  хв

$t$  - глибина різання, мм;

$q, y, m$  - показники ступеня;  $m = 0,2, q = 0.4, y = 0,5$ , [8, с.269, табл.17];

$K_U$  - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання [8, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{PU} \cdot K_{IU} ,$$

де  $K_{MU}$  - коефіцієнт, якість оброблюваного матеріалу [8, с.261, табл.1];

$K_{PU}$  - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

$$K_{PU} = 1,0 [8, с.263, табл.5];$$

$K_{IU}$  - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$$K_{IU} = 1,0 [4, с.263, табл.6];$$

$$K_{MU} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_U} ,$$

де  $K_r$  - коефіцієнт, що характеризує групу сталі по оброблюваності;

$$K_r = 1,0$$

$\sigma_b$ - межа міцності;  $n_U$  - показник ступеня;  $n_U = 1,0 [4, с.262, табл.2];$

тоді:

$$K_{MU} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{1060}\right)^{1,0} = 0,71 .$$

тоді:

$$K_u = 0,71 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,71 .$$

тоді:

$$V = \frac{9,8 \cdot 6^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,14^{0,5}} \cdot 0,71 = 17 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} , \tag{1.40}$$

де  $V$  - розрахункова швидкість різання, м / хв;

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 6} = 1061 \text{ мин}^{-1}$$

Крутний момент, Н / м, і осьову силу, Н розраховують за формулами

$$\begin{aligned} M_{KP} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \\ P_O &= 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \end{aligned} \quad (1.41)$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1 = 2,57$$

$$P_O = 10 \cdot 68 \cdot 6^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1 = 4187$$

$$C_M = 0,0345, q = 2,0, y = 0,8 [3, \text{с.281, табл.32}];$$

$$K_P = K_{MP} = 1 [8, \text{с.264, табл.9}];$$

Потужність різання, кВт,

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{2,12 \cdot 1000}{9750} = 0,245$$

де  $n$  - фактична частота обертання інструменту, об / хв (вибираємо найближчим число)

Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{шп} = N_{д} \cdot \eta = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт}; 0,245 < 2,25$$

Висновок: Обробка можлива.

### 1.10. Розрахунок часу обробки

$$t_0 = \frac{L_{P.X.}}{S_M} \quad (1.47)$$

де  $L_{P.X.}$  - довжина робочого ходу:

$S_M$  - хвилинна подача ріжучого інструменту;

Операція 010 токарна чорнова:

$$\phi 27 t_0 = \frac{118}{140} = 0,8 \text{ хв},$$



$$\phi 36 t_0 = \frac{15}{140} = 0,1 \text{ хв},$$

$$\phi 44 t_0 = \frac{17}{140} = 0,12 \text{ хв},$$

$$t_0^{010} = 0,8 + 0,1 + 0,12 = 1,02 \text{ хв}$$

Операція 020 (токарна чорнова правого кінця):

$$\phi 14 t_0 = \frac{25}{350} = 0,1 \text{ хв}$$

$$\phi 14,43 t_0 = \frac{45}{240} = 0,23 \text{ хв}$$

$$t_0^{020} = 0,1 + 0,23 = 0,33 \text{ хв}$$

Операція 045 (токарна чистова лівого кінця):

$$\phi 42,5 L_{P.X.} = 15 \text{ мм}$$

$$t_1 = \frac{15}{300} = 0,05 \text{ хв}$$

$$\phi 34 L_{P.X.} = 17 \text{ мм}$$

$$t_2 = \frac{17}{300} = 0,07 \text{ хв}$$

$$\phi 25,5 L_{P.X.} = 92 \text{ мм}$$

$$t_3 = \frac{92}{130} = 0,7 \text{ хв}$$

$$\phi 24 L_{P.X.} = 16 + 4 = 20 \text{ мм}$$

$$t_4 = \frac{20}{350} = 0,06 \text{ хв}$$

$$\phi 20 L_{P.X.} = 20 \cdot 3 = 60 \text{ мм}$$

$$t_5 = \frac{60}{150} = 0,4 \text{ хв}$$

$$\phi 16 L_{p.X.} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм}$$

$$t_6 = \frac{50}{240} = 0,2 \text{ хв}$$

$$\phi 25 L_{p.X.} = 7 \text{ мм}$$

$$t_6 = \frac{7}{175} = 0,05 \text{ хв}$$

$$t_0^{045} = 0,05 + 0,07 + 0,7 + 0,06 + 0,4 + 0,2 + 0,05 = 1,43 \text{ хв}$$

Операція 055 (токарна чистова лівого кінця):

Точити три канавки

$$t_1 = \frac{3}{120} = 0,025 \text{ хв}$$

$$t_2 = \frac{1 \cdot 2}{120} = 0,02 \text{ хв}$$

$$t_0^{055} = 0,025 + 0,02 = 0,045 \text{ хв}$$

Операція 065 (токарна чистова правого кінця):

$$\phi 12 L_{p.X.} = 25 \text{ мм}$$

$$t_1 = \frac{25}{170} = 0,08 \text{ хв}$$

$$\phi 11,87 L_{p.X.} = 11 \text{ мм}$$

$$t_2 = \frac{11}{350} = 0,04 \text{ хв}$$

$$\phi 10,2 L_{p.X.} = 2 \text{ мм}$$

$$t_3 = \frac{2}{300} = 0,01 \text{ хв}$$

Торцева канавка

$$\phi 30,5 \ L_{P.X.}^{035} = 7 \cdot 3 + 2 = 12 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{12}{350} = 0,04 \text{ хв}$$

$$t_0^{065} = 0,08 + 0,04 + 0,01 + 0,04 = 0,17 \text{ хв}$$

Операція 075 (токарна чистова):

Фаски, канавки

$$t_1 = \frac{1,6 + 2 + 3 + 3 + 3 + 0,5 + 0,5 + 1 + 2}{210} = 0,07 \text{ хв}$$

Нарізування різьблення

$$t_0 = \frac{9}{25} = 0,4 \text{ хв}$$

Витрачається на холості ходи (прискорена подача  $S_M = 3800 \text{ мм / хв}$ ).

$$L_{X.X.}^{015} = 175 + 125 + 110 + 92 + 15 = 637 \text{ мм}$$

$$t_{X.X.}^{015} = \frac{637}{4800} = 0,15 \text{ хв}$$

$$L_{X.X.}^{025} = 100 + 45 + 20 = 165 \text{ мм}$$

$$t_{X.X.}^{025} = \frac{165}{4800} = 0,04 \text{ хв}$$

$$L_{X.X.}^{020} = 170 \text{ мм}$$

$$t_{X.X.}^{020} = \frac{170}{4800} = 0,035 \text{ хв}$$

$$L_{X.X.}^{030} = 105 \text{ мм}$$

$$t_{X.X.}^{030} = \frac{105}{4800} = 0,02 \text{ хв}$$

$$L_{X.X.}^{035} = 255 \text{ мм}$$

$$t_{X.X.}^{035} = \frac{255}{4800} = 0,05 \text{ хв}$$

Операція 140 (Круглошліфувальна).

$$t_0 = \frac{L}{S_{M.П}} + t \quad (1.48)$$

де  $L$  - довжина шліфованої шийки;

$t$  - час обробки однієї ділянки;

$S_{M.П}$  - поздовжня хвилинна подача;

$$\phi 25.5 t_0 = \frac{92}{50} + 0,3 = 1,87 \text{ хв}$$

$$\phi 42.5 t_0 = \frac{15}{50} + 0,3 = 1,36 \text{ хв}$$

$$t_0^{140} = 1,87 + 1,36 + 4 \cdot 0,33 = 4,54 \text{ хв}$$

Операція 140 Токарна (чистова ВОК-71):

$$\phi 25.5 t_0 = \frac{92}{150} = 0,6 \text{ хв}$$

$$\phi 42.5 t_0 = \frac{15}{150} = 0,1 \text{ хв}$$

$$t_0^{140} = 0,6 + 0,1 = 0,7 \text{ хв}$$

Операція 010 - токарна чорнова

$$T_{шт} = t_0 + t_{всп} + t_{ТО} + t_{ОТ} \quad (1.49)$$

$t_0$  - основний час обробки поверхні

$t_{всп}$  - допоміжний час

$t_{ТО}$  - час на технічне обслуговування

$t_{ОТ}$  - час перерв і відпочинку [4, с.101]

$t_0 = 3,7 \text{ хв}$

$$t_{всп} = t_{уС} + t_{ЗО} + t_{уП} + t_{ІЗМ}, \text{ хв}$$

$t_{yc}$  - час на установку і зняття деталі

$t_{zo}$  - час на закріплення і відкріплення деталі

$t_{yp}$  - час на прийоми управління

$t_{zm}$  - час на вимірювання деталі

$$t_{yc} + t_{zo} = 0,27 \text{ хв [4, с.198, табл. 5.4]}$$

$$t_{yp} = 0,05 \text{ хв [4, с. 202 табл. 5.8]}$$

$$t_{zm} = 0,09 \text{ хв [4, с.206 табл. 5.10]}$$

$$t_{всп} = 0,27 + 0,05 + 0,09 = 0,41$$

$$t_{го} = 0,002 \text{ хв [4, с. 210, табл. 5.18]}$$

$$t_{ог} = 0,03 \text{ хв [4, с.213, табл. 5.22]}$$

$$T_{шт} = 3,7 + 0,41 + 0,002 + 0,006 + 0,03 = 4,15 \text{ хв}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \text{ хв}$$

П-з - підготовчо-заключний час

n - обсяг партії

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}$$

де N - річна програма;

a - періодичність запуску;

Φ - річний фонд часу;

$$n = \frac{10000 \cdot 21}{251} = 60$$

$$P_{-з} = 10 \text{ хв [4, с. 215 табл. 6.3]}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{10}{60} + 4,15 = 4,2 \text{ хв}$$

Обчислення на наступні операції проводиться аналогічно: за тими ж джерелами і формулами.

Операція 140 - шліфувальна попередня

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{всп}} + t_{\text{ГО}} + t_{\text{ОО}} + t_{\text{ОТ}}$$

$$t_0 = 5,64 \text{ хв}$$

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{УС}} + t_{\text{ЗО}} + t_{\text{УП}} + t_{\text{ІЗМ}}$$

$$t_{\text{УС}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ЗО}} = 0,24 \text{ хв}$$

$$t_{\text{УП}} = 0,03 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ІЗМ}} = 0,06 \text{ хв}$$

$$t_{\text{всп}} = 0,03 + 0,24 + 0,03 + 0,06 = 0,36 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ГО}} = 0,039 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ОО}} = 0,017 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ОТ}} = 0,07 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 5,64 + 0,36 + 0,039 + 0,017 + 0,07 = 6,126 \text{ хв}$$

$$\Pi_{-3} = 11 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{11}{60} + 6,126 = 6,173 \text{ хв}$$

## 2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТИНА.

### 2.1 Методика розрахунку сил закріплення

На заготовку при обробці в пристроях діють сили різання, об'ємні сили (сила тяжіння, відцентрові і інерційні сили) і сили закріплення. Під їх дією заготовка повинна знаходитися у фіксованому положенні і в рівновазі. Завдання силового розрахунку полягає у визначенні всіх діючих на заготовку сил і забезпеченні їх рівноваги, тобто забезпеченні нерухомості заготовки шляхом врівноваження сдвигаючих її сил силами закріплення з достатнім по їх величині запасом. При виконанні силового розрахунку спочатку визначаються сили, що діють на поверхню заготовки, і сили різання в їх найбільш несприятливих напрямках по відношенню до заготівлі. Визначаються точки прикладання і напрямки сил закріплення. Потім складаються рівняння рівноваги сил, за якими визначаються сили закріплення заготовки. З урахуванням величини сил закріплення ведеться розрахунок затискних механізмів і їх приводів.

У тому випадку, коли заготовка має значні розміри, є масивною, визначається її маса, яка враховується при визначенні сили закріплення. Зазвичай маса заготовки наводиться в технічній докімнатці.

Сили різання визначаються за відомими формулами теорії різання матеріалів. Вихідними даними при цьому є відомості про вид обробки, інструменти, режимах різання, матеріали заготовки. формули для визначення сил різання наводяться в довіднику.

Сила закріплення заготовки визначається з умов рівноваги сил, які підсумовуються на основі розгляду схеми дії всіх сил на заготовку, включаючи силу тертя на поверхнях контакту заготовки з установчими і затискними елементами. Умова рівноваги сил - це рівність нулю суми проєкцій всіх сил на напрям можливого зсуву заготовки та (або) рівність нулю суми моментів всіх сил щодо осі, навколо якої можливий поворот

заготовки. При цьому враховується коефіцієнт запасу  $K$  тобто в рівняння рівноваги включаються значення зрушує сили (сили різання) перекручує моменту (момента різання), збільшені в  $K$  раз. Коефіцієнт запасу є кому-комплексної величиною, що подається у вигляді твору.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (2.1)$$

де  $K_0 = 1,5$  - гарантована коефіцієнт запасу;  $K_1 = 1,0 \dots 1,8$  враховує ступінь затуплення інструменту. Менші значення  $K_1$  приймають для токарних робіт при силі  $P_z$ , більшою, ніж сила  $P_x$ . Для чорнових токарних робіт приймають  $K_1 = 1,4$ ; найбільші значення  $K_1$ , приймають для сил різання при фрезеруванні;  $K_2 = 1,0 \dots 1,2$  - коефіцієнт, що враховував нерівномірний припуск. Для оздоблювальних операцій  $K_2 = 1,0$ , для чорнових -  $K_2 = 1,2$ ;  $K_3 = 1,0 \dots 1,2$  - коефіцієнт, що враховує уривчастість різання;  $K_4$  - коефіцієнт, що враховує мінливість сил закріплення. Для пневматичних і гідравлічних затискачів  $K_4 = 1$ ; для ручного приводу  $K_4 = 1,3$ ; для затискних пристроїв типу мембранних патронів, де зусилля закріплення залежить від фактичного розміру заготовки,  $K_4 = 1,2$ ;  $K_5 = 1 \dots 1,5$  - коефіцієнт,

При використанні в затискних пристроях пристосування самогальмуючі механізмів розрахункові формули для визначення сил закріплення враховують жорсткість  $j_1$  затискних елементів і жорсткість  $j_2$ , системи настановних елементів за допомогою коефіцієнтів

$$C_1 = j_1 / (j_1 + j_2) \text{ і } C_2 = j_2 / (j_1 + j_2)$$

Зазвичай величини  $j_1$  і  $j_2$  при проектуванні пристосувань невідомі. Визначити їх розрахунковим шляхом практично неможливо, тому на стадії проектування пристосувань рекомендується [7, 14] приймати значення співвідношень  $C_1$  і  $C_2$  рівними  $C_1 = 0,3 \dots 0,4$ ,  $C_2 = 0,6 \dots 0,7$ . Менші значення в першому співвідношенні і великі в другому беруться для затискних систем зниженою жорсткості, проте завжди значення  $C_1$  і  $C_2$  вибирають так, щоб їх сума дорівнювала одиниці, тобто



$$C_1 + C_2 = j_1 / (j_1 + j_2) + j_2 / (j_1 + j_2) = 1$$

Аналіз розрахункових залежностей для визначення сил закріплення заготовок показує, що з урахуванням жорсткості затискних і настановних елементів величина сили закріплення трохи вище, ніж без урахування жорсткості. Це перевищення невелике, воно становить 10 ... 20% і враховується тільки в окремих схемах силового впливу на заготовку, коли складова сили різання спрямована по лінії дії сили закріплення. В інших випадках жорсткість не враховується і розрахункові формули для і закріплення для будь-яких затискних механізмів використовуються один і ті ж. Отже, на стадії проектування пристосувань можна не враховувати жорсткість затискних і настановних елементів.

При визначенні сил закріплення прийняті наступні допущення:

- вплив жорсткостей затискних і опорних пристроїв на розподіл сил нехтують;
- сили, розподілені по майданчику обмежених розмірів, вважають зосередженими в центрі ваги цього майданчика;
- сили, розподілені по кільцевій майданчику малої ширини, вважають розподіленими вздовж середньої окружності кільця

## **2.2. Розрахунок сил закріплення циліндричних заготовок при базуванні по зовнішній поверхні**

Циліндрична заготовка базується в трикулачній (в загальному випадку - в z-кулачковому) патроні по зовнішній циліндричній поверхні діаметром  $D_0$ . Ведеться обробка прохідним різцем ступені діаметром  $D$  (рис. 3.2.). Потрібно визначити силу закріплення заготовки  $W$ .

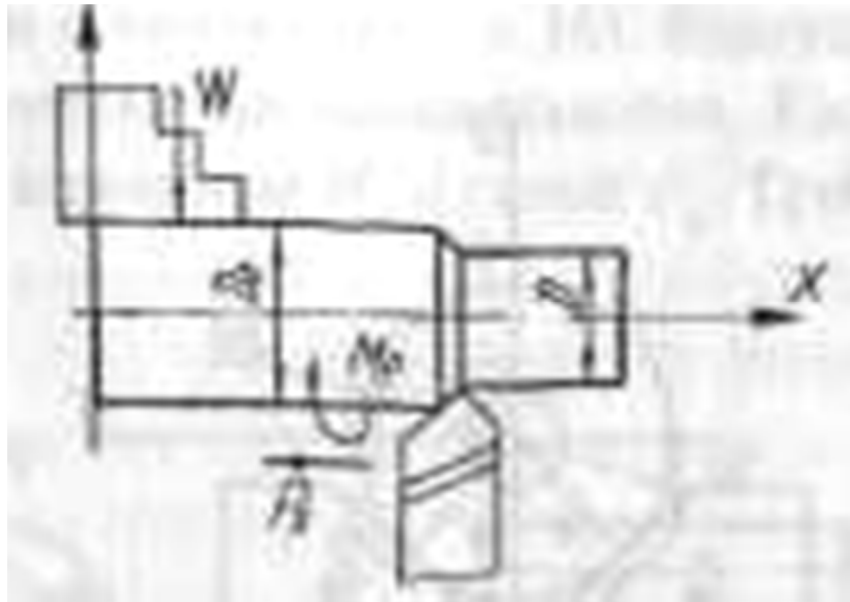


Рисунок 2.1. Схема для розрахунку сили закріплення заготовки

Головна складова  $P_z$  сили різання утворює момент різання, віддіючий на заготовку в напрямку головного робочого руху різця, що дорівнює

$M_p = P_z \cdot (D_0 + D) / 4$  і прагне повернути заготівлю,  $P_z = 158$  Н.  
[см.2.9.1.]

$$M_p = 158 \cdot (0,040 + 0,038) / 4 = 3,08 \text{ Нм}$$

Складова  $P_x$  сили різання спрямована по подачі і прагне зрушити заготівлю в осьовому напрямку. Дією складової  $P_y$  сили різання будемо нехтувати.

Складемо дві умови рівноваги діючих на заготовку сил:

$$\Sigma_{m_x} = K_{M_p} \cdot z_w \cdot f_{D_0} / 2 = 0; \quad (2.3)$$

$$\Sigma X = -K_{P_x} + z_w \cdot f_1 = 0, \quad (2.4)$$

де  $f$  і  $f_1$ , - коефіцієнти тертя на поверхнях контакту кулачків з заготівлю в окружному і осьовому напрямках відповідно. З рівняння (3.3) отримаємо

$$W = 2K_{M_p} / z_{fD_0},$$

а з рівняння (2.4) -

$$W = K_{px} / z_{fl} = 2 \cdot 1 \cdot 3,08 / (3 \cdot 0,4 \cdot 0,04) = 128Н = 12,8кг$$

З обчислених за отриманими залежностями величин  $W$  слід приймати за остаточний результат більшого значення.

При виборі значень  $f$  і  $f_1$  можна керуватися наступними рекомендаціями:

- для кулачків з гладкою робочою поверхнею  $f = 0,16 \dots 0,18$ ;
- для кулачків з кільцевими (поперечними) канавками  $f = 0,3 \dots 0,4$ ;
- для кулачків з поздовжніми і поперечними канавками  $f = 0,4 \dots 0,5$ ;
- для кулачків з рифленими робочими поверхнями  $f = 0,7 \dots 1,0$ .

### 2.3 Контрольне пристосування

Деталь Шток має технічні вимоги - допуск на радіальне биття  $0,03\text{мм}$  щодо загальної осі внутрішнього отвору є базовим в деталі. Перевірку деталі роблять у контрольному пристосуванні. Деталь (1) - встановлюють в контрольні центру задньої і передньої бабок (2).

Вимірювання радіального биття роблять за допомогою індикатора годинникового типу (4).

Індикатор годинникового типу являє собою вимірювальну голівку з двома шкалами - великий круговою шкалою, щодо якої переміщується великий покажчик - стрілка і малий круговою шкалою - щодо якої переміщується малий покажчик. Переміщення стрілок взаємопов'язані - одного повного оберту покажчика за великою шкалою відповідає переміщенню покажчика по малій шкалі на одну поділку. Ціна поділки індикатора  $0,01$  мм. За один повний оберт великого покажчика вимірювальний стрижень пересувається на  $1$  мм. У індикатора велика кругова шкала повертається разом з обідком, щодо корпусу приладу. Цей оберт шкали

використовується при установці приладу в нульове положення. У необхідному положенні ободок фіксується стопором. Індикатор встановлюється на штатив, який встановлений на контрольній плиті.

Робота контрольного пристосування полягає в наступному: деталь напівмуфтами 02. 23. 006 встановлюється на призму, вимірювальний стрижень індикатора підводять до торця деталі. Вимірювальний стрижень індикатора при зіткненні з поверхнею деталі і встановлюється на нуль. При повному оберті деталі на контрольній призмі індикатор на шкалі показує допуск торцевого биття, якщо він в межах допуску за кресленням, то деталь виготовлена якісно.

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вихідна інформація для розрахунку

Інформація про технологічний процес для базової деталі представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технологічний процес для базової деталі.

Найменування	Базова деталь	Проектована деталь
Річна програма N вип., шт / рік	1440	1440
Маса деталі m (дет.), кг	0,3	0,3
Маса заготовки, m (заг.), кг	0,96	0,96
Матеріал	40X3	
Ціна матеріалу, грн. / кг	36	
Ціна відходів, грн. / кг	3,6	

1. Для базової деталі визначаємо коефіцієнт закріплення  $K_{закр}$  ..

$$D_{о_{закр.}} = \frac{T_{ср.}}{T_{шт.ср.}}; \quad (3.1)$$

Де:  $T_{ср.}$  - середній такт випуску;

$T_{шт.ср.}$  - середнє поштучна час.

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum ti}{n}; \quad (3.2)$$

де: n - кількість операцій.

$$T_{шт.ср.} = \frac{218,5}{13} = 16,8 \text{ хв.}$$

$$T_{ср.} = \frac{F\delta \cdot 60}{N_{ввы}}; \quad (3.3)$$

Де:  $F_d$  - дійсний річний фонд часу, м

$$T_{\text{ср.}} = \frac{2008 \cdot 60}{1440} = 83,6 \text{ хв / шт.}$$

$$K_{\text{закр.}} = \frac{83,6}{16,8} = 4,97 = 5.$$

### 3.2 Калькуляція собівартості виготовлення, деталі типу «Шток »

Таблиця 3.2. - Калькуляція собівартості виготовлення деталі

п / n	Статті витрат	Од. вим.	Сума
1	Сировина і матеріали з ТРЗ		12,50
2	Фонд оплати праці виробничих робітників		73,0
	в т.ч. тариф		11,10
	Премії	80%	8,88
	Разом тариф з премією		19,98
	районний поясний коефіцієнт	20%	2,22
	Разом витрат:		22,2
3	Винагорода за безперервний стаж	30%	3,33
4	Додаткова заробітна плата	70%	7,77
5	Відрахування на соц. потреби	26,1%	4,185
7	загальновиробничі витрати	720%	79,92
8	Загальногосподарські витрати	тисячу сто сімдесят п'ять%	130,425
9	Цехова собівартість		288,175
10	Виробнича собівартість		265,439
11	Позавиробничі витрати	5,1%	7,96
12	Повна собівартість		310,76
13	Норматив рентабельності	20%	
14	Прибуток		121,282
15	Договірна ціна на од.		433,79
16	ПДВ	18%	78,08
17	Договірна ціна на од. з ПДВ		511,87

### 3.3 Відомості про використовувані в технологічному процесі верстатах

Записуємо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3.- Відомості про використовувані в технологічному процесі верстатах

Найменування обладнання	Тип	Кількість, Од.	потужність, Квт.	вартість обладнання д-ня	Норма амортизації
Токарно-гвинторізний	1К62	1	10	24000	6,5
Горизонтально-фрезерний	6Р81Г	1	7,5	11302	6,5
Вертикально-фрез	6312	1	8,5	12120	6,5
Вертикально-свердлильний	2Н125	1	0,6	7356	6,5
Відрізний	8в66	1	8,5	58603	6,5
Плоскошліфувальний	3Г71М	1	4,5	10866	10
Внутрішшліфувальний	3М227ВФ2	1	4,5	12736	5
РАЗОМ:			44.1	136972	

### 3.4 Розрахунок собівартості проектованої деталі

**ГДЕ ТЕКСТ?????**

Таблиця 3.4- калькуляція собівартості

№	Найменування статей	Вартість, Грн.	У% до повної собівартості
1	Сировина і матеріали	34,56	12,39
2	Зменшення або збільшення витрат	2,376	0,85
3	Разом витрат на матеріали за вирахуванням відходів	32,184	11,54
4	Основна зарплата виробничих робітників	33,012	11,83
5	Додаткова зарплата виробничих робітників	9,17	3,29
6	Відрахування на соцстрах	10,91	3,91
7	РСЕО	31,94	11,15
8	Загальноцехові витрати	106,488	38,17
9	Разом цехова собівартість	223,704	80,19
10	Загальнозаводські витрати	41,735	14,95
11	Разом заводська собівартість	265,439	95,15
12	Позавиробничі витрати	7,96	4,85
13	Разом повна собівартість	274,85	100

Зменшення або збільшення витрат:

$$M_{\text{відхо}} \cdot Z_{\text{відхо}} = 0,63 \cdot 3,6 = 2,376 \text{ грн.} \quad (3.4)$$

де:  $M_{\text{відхо}}$  - маса відходів, кг .;

$Z_{\text{відхо}}$  - ціна відходів, грн. / кг.

Сировина і матеріали:

$$32,184 + 2,376 = 34,56 \text{ грн.}$$

Розрахунок цехової собівартості

$$C_{\text{ЦЕХ}} = M + Z_{\text{ПОСН}} + Z_{\text{ПОП}} + OC_{\text{С}} + P_{\text{СЕО}} + P_{\text{ЦЕХ}}. \quad (3.5)$$

$$C_{\text{ЦЕХ,Б}} = 32,184 + 33,012 + 9,17 + 10,91 + 31,94 + 106,488 = 223,704 \text{ грн.}$$



Розрахунок заводських витрат

$$P_{зав} = \frac{k_{зав} \cdot (ЗП_{осн} + ЗП_{дон})}{100}, \quad (3.6)$$

$k_{ЗАВ} = 63\%$  - норма заводських витрат, %.

$$P_{ЗАВ.Б} = \frac{63 \cdot (33.012 + 9,17)}{100} = 41,735 \text{ грн.}$$

Розрахунок заводської собівартості

$$C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ} \quad (3.7)$$

$$C_{ЗАВ.Б} = 223,704 + 41,735 = 265,439 \text{ грн.}$$

Розрахунок позавиробничих витрат

$$P_{вн} = \frac{k_{вн} \cdot C_{зав}}{100}, \quad (3.8)$$

$k_{ВН} = 3\%$  - норма позавиробничих витрат, %.

$$P_{ВН.Б} = \frac{3 \cdot 265,439}{100} = 7,96 \text{ грн.}$$

Розрахунок повної собівартості

$$C_{повна} = C_{ЗАВ} + P_{ВН} \quad (3.9)$$

$$C_{повна} = 265,439 + 7,96 = 274,85 \text{ грн.}$$

$$C_{полн баз.} = 304,548 + 7,96 = 310,7 \text{ грн}$$

### 3.5 Визначення чисельності основних виробничих робітників для виготовлення деталей типу «Шток»

Чисельність основних виробничих робітників визначається виходячи з кількості обладнання (7 верстатів).

Фактична кількість робітників, які зобов'язані в звітному періоді з'явитися на роботу становить явочну їх чисельність ( $R_{\text{яв}} = 7$ ).

Кількість робітників, яке значиться в списках незалежно від їх явки на роботу, становить облікову чисельність:

$$R_{\text{сп}} = R_{\text{яв}} \cdot K_{\text{см}} \cdot (1 + \gamma / 100) \quad (3.10)$$

де:

$\gamma$  - планований відсоток втрат робочого часу,  $\gamma = 11\%$ ;

$K_{\text{см}}$  - кількість змін, що дорівнює 1;

$$R_{\text{сп}} = 7 \cdot 1 \cdot (1 + 0,11) = 7,77 = 8 \text{ чол.}$$

Визначення чисельності допоміжних робітників, фахівців, службовців.

а) Чисельність допоміжних робітників:

$$30\% \cdot R_{\text{сп}} = 30 \cdot 8 : 100 = 2 \text{ чол.};$$

б) Робітники обслуговують обладнання:

$$50\% \cdot R_{\text{всп}} = 0,5 \cdot 3 = 1 \text{ чол.};$$

в) Робітники, зайняті на роботах по ремонту:

$$25\% \cdot R_{\text{всп}} = 0,25 \cdot 3 = 0,75 = 1 \text{ чол.};$$

е) Чисельність службовців:

$$5\% \cdot R_{\text{сп}} = 0,05 \cdot 9 = 0,45 = 1 \text{ чол.};$$

### 3.6. Аналіз собівартості проектованої деталі.

В результаті виробничих розрахунків собівартість виготовлення проектованої деталі виявилася менше собівартості базової деталі. Це сталося

в результаті зменшення трудомісткості виготовлення проектованої деталі за рахунок: застосування більш раціональних і економічних режимів різання і норм часу.

Таблиця 3.5 - Техніко-економічні показники.

Найменування показників	Од. вим.	величина показників	
		базової уста вий варіант	проектний варіант
Річний випуск продукції	Шт.	1440	1440
В грошовому еквіваленті	Грн.	447502,76	395786,57
<i>Технічна потужність:</i>			
Загальна потужність обладнання	Квт.	58.6	44.1
Кількість встановлених верстатів	Од.	9	7
Середня потужність на 1 верстат	Квт.	6.5	6.3
<i>Склад працюючих:</i>			
Загальна кількість робочих в т.ч .:		14	11
виробничих робітників	Чол.	10	8
допоміжних робітників	Чол.	3	2
фахівці і службовці	Чол.	1	1
<i>Кошти виробництва:</i>			
Основні фонди в т.ч .:	Грн	1128537.03	838455,8
виробниче обладнання	Грн	172620	148620
<i>Показники ефективності:</i>			
Випуск продукції на 1-го робітника	Грн. / чол.	447502,76	392494.44
Випуск продукції на 1 грош основних фондів	грн. / ГРН.	5.55	5.75
енергоозброєність	Квт. / Чол.	4,05	4,01
Коефіцієнт використання матеріалу		0,31	0,31
собівартість деталі	Грн.	310,76	274,85
Ефект від зниження собівартості.	Грн / рік	51710,4	

Розрахунок техніко-економічних показників для базового технологічного процесу.

Виробнича вартість обладнання:

$$\begin{aligned} \Pi_{o1} = 2 \cdot 24000 + 1 \cdot 1302 + 1 \cdot 7356 + 1 \cdot 58603 + 1 \cdot 12120 + 1 \cdot 10860 + 1 \\ \cdot 11648 + 1 \cdot 12736 = 172620 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Технологічна вартість обладнання:

$$\Pi_o = 172620 + 0,09 \cdot 172620 = 188155,8 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів:

$$\begin{aligned} \Pi_{зф} = \Pi_o + \Pi_{тр} + \Pi_{зд} + \Pi_{пр} = 188155,8 + 264921,23 + 5000 + 660960 + 9500 \\ = 1128537,03 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Вартість пристосувань:

$$\Pi_{пр} = 13 \cdot 500 + 3000 = 9500 \text{ грн.}$$

Випуск продукції на одного робітника:

$$\frac{Kз \cdot Cпол}{пооб} = \frac{14 \cdot 447502,76}{14} = 447502,76 \text{ грн. / чол.} \quad (3.11)$$

Випуск продукції основних фондів:

$$\frac{Kз \cdot Cпол}{\Pi_{оф}} = \frac{14 \cdot 447502,76}{1128537,03} = 5,55 \text{ грн. / грн.} \quad (3.12)$$

фондоозброєність:

$$\frac{\Pi_{оф}}{Робщ} = \frac{1128537,03}{14} = 94044,75 \text{ грн. / Чол.} \quad (3.13)$$

енергоозброєність:

$$\frac{\sum N}{\text{пооб}} = \frac{48,6}{14} = 4,05 \text{ квт. / Чол.} \quad (3.14)$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{i.m.} = \frac{m\partial}{mз} = \frac{0,3}{0,96} = 0,31 \quad (3.15)$$

Трудомісткість: 4,05 нч. / шт.

Собівартість деталі: 312,508 грн.

$$\frac{C_{пол}}{N_{вы}} = \frac{447502,76}{1440} = 310,76 \text{ грн.} \quad (3.16)$$

Аналогічний розрахунок виробляємо для проектованого технологічного процесу.

Розрахунок техніко-економічних показників для проектованого технологічного процесу.

Виробнича вартість обладнання:

$$C_{o1} = 1 \cdot 24000 + 1 \cdot 1302 + 1 \cdot 7356 + 1 \cdot 58603 + 1 \cdot 12120 + 1 \cdot 10860 + 1 \cdot 12736 = 136972 \text{ грн.}$$

Технологічна вартість обладнання:

$$C_o = 136972 + 0,09 \cdot 136972 = 149299,5 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів:

$$C_{зф} = C_o + C_{гр} + C_{зд} + C_{пр} = 149299,5 + 5000 + 660960 + 10500 = 825759,5 \text{ грн.}$$

Випуск продукції на одного робітника:

$$\frac{Kз \cdot Cпол}{пооб} = \frac{12 \cdot 395786,57}{11} = 392494,44 \text{ грн / чол.}$$

Випуск продукції на 1 грош основних фондів:

$$\frac{Kз \cdot Cпол}{Цоф} = \frac{12 \cdot 39586,57}{825759,5} = 5,75 \text{ грн. / грн.}$$

фондоозброєність:

$$\frac{Цоф}{пооб} = \frac{825759,5}{11} = 75069,0 \text{ грн. / Чол.}$$

енергоозброєність:

$$\frac{\sum N}{пооб} = \frac{44,1}{11} = 4,01 \text{ квт. / Чол.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{i.m.} = \frac{mд}{mз} = \frac{0,3}{0,96} = 0,31$$

Трудомісткість: 3,64 нч. / Шт.

Собівартість деталі: 273,402 грн.

$$\frac{Cпол}{Nвы} = \frac{395786,57}{1440} = 274,85 \text{ грн.}$$

На підставі виробничих розрахунків визначаємо ефективність від внесення змін до проектований технологічний процес в порівнянні з базовим.

$$\Delta = \frac{б - Пр}{б} \cdot 100\%; \quad (3.17)$$

де: Пр - проектований варіант;

б - базовий варіант.

Ефективність від зниження собівартості:

$$(б - Пр) \cdot Nвы = (310,76 - 274,85) \cdot 1440 = 51710,4 \text{ грн./Рік.} \quad (3.18)$$

### 3.7 Економічна ефективність від впровадження Мінералокерамічних пластин ВОК - 71

Кількість пластин Т15К6 для обробки 1440 деталей:

$$K = N / (T / t_0) = 1440 / (60 / 2,0) = 48 \quad (3.19)$$

Кількість пластин з мінералокераміки для обробки 1440 деталей:

$$K = N / (T / t_0) = 1440 / (120 / 1,1) = 14 \quad (3.20)$$

Витрати на інструмент з твердосплавних пластин:

$$З = С \cdot К = 110 \cdot 48 = 5280 \text{ (грн.)} \quad (3.21)$$

Витрати на інструмент з мінералокераміки:

$$З = С \cdot К = 80 \cdot 13 = 1040 \text{ (грн)} \quad (3.22)$$

Економічний ефект :

$$Е = З_1 - З_2 = 5280 - 1040 = 4240 \text{ (грн)} \quad (3.23)$$

Таблиця 3.6. - Економічний ефект

<i>Показатели</i>	<i>Базовый вариант</i>	<i>Новый вариант</i>
<i>1.Материал режущей части инструмента</i>	<i>T15K6</i>	<i>ВОК-71</i>
<i>2.Скорость резания V(м/мин)</i>	<i>50</i>	<i>120</i>
<i>3.Подача S(мм/об)</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>
<i>4.Глубина t(мм)</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>
<i>5.Стойкость инструмента T(мин)</i>	<i>60</i>	<i>120</i>
<i>6.Основное время обработки</i>	<i>2,0</i>	<i>1,1</i>
<i>7.Стоимость 1-ой пластины (руб)</i>	<i>110</i>	<i>80</i>
<i>8.Кол-во пластин для обработки 1440 деталей</i>	<i>48</i>	<i>14</i>
<i>9.Затраты на инструмент (руб)</i>	<i>5280</i>	<i>1040</i>
<i>10.Экономический эффект</i>	<i>4240</i>	





## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Призначення і структура системи охорони праці**

Система охорони праці призначена для створення безпечної роботи персоналу і організації заходів щодо створення високого загального рівня виробничого середовища і культури виробництва.

Загалом, вигляд структурної системи охорони праці персоналу приведена на рисунку 4.1.

Підсистема забезпечення безпечної роботи персоналу призначена для створення безпечної експлуатації та обслуговування обладнання, профілактики та ліквідації пожеж, а також обмеження їх наслідків. В автоматизованому виробництві роль цієї підсистеми зростає, так як зростає насиченість виробництва автоматичними засобами, що працюють від ЕОМ, і представляють особливу небезпеку для працюючих. Великого значення набуває захист від впливу механічних пристроїв. На плануванні автоматизованих ділянок необхідно передбачати захисні огорожі біля основного і допоміжного обладнання і пульти аварійного відключення. Рекомендована висота огорожі 1,3 м від рівня підлоги за умови, що відстань від виконавчих пристроїв автоматизованого комплексу до огорожі становить не менше 0,8 м. Огородження рекомендується виконувати з труб, обшитих металвої сіткою з осередками 60 x 60 мм. Огородження слід фарбувати відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026-76 у вигляді чергуються нахилених під кутом 45-60° смуг шириною 130-200 мм жовтого і чорного кольору при співвідношенні ширини смуг 1: 1.

При використанні підвісного транспорту під проходами, проїздами та робочими місцями з метою попередження нещасних випадків необхідно передбачати під зоною руху; захисні сітки або інші пристрої, що попереджають падіння; що переміщуються виробів.

Швидкість переміщення виконавчих пристроїв промислових роботів під час програмування і навчання не повинна перевищувати 0,3 м / с. Забороняється приєднувати і від'єднувати захватні пристрої без попереднього відключення останніх від джерела живлення. Все захватні пристрої для маніпулювання повинні бути забезпечені пристроями блокування від випадання виробу при припиненні подачі електро- і гідроенергії, Захватні пристрої, робочари часто оснащують захисними скобами, що спрацьовують при контакті захоплення з перешкодою на шляху його переміщення.

Огорожа робочої зони автоматизованої ділянки може бути виконано із застосуванням пристроїв, що використовують різні контактні, силові, ультразвукові, індукційні, світло-локаційні та інші датчики. До числа таких пристроїв відносяться трапики, перехідні містки, буфера і т. П.

Світлолокаційні датчики (наприклад, датчики, що працюють на просвіт) визначають місце розташування людини в робочій зоні автоматизованої ділянки. На рис. 4.2 наведені типові схеми планування робочих позицій і розміщення на них світлолокаційних стійок.

Захисний пристрій працює таким чином: перетин світлового променя людиною при його вході в зону робочого простору призводить до включення лампочок-світлофорів стійок, що обмежують цю зону. Якщо промисловий робот знаходиться в цій зоні або входить в неї, формується команда на аварійне гальмування і вимикання руху робота.

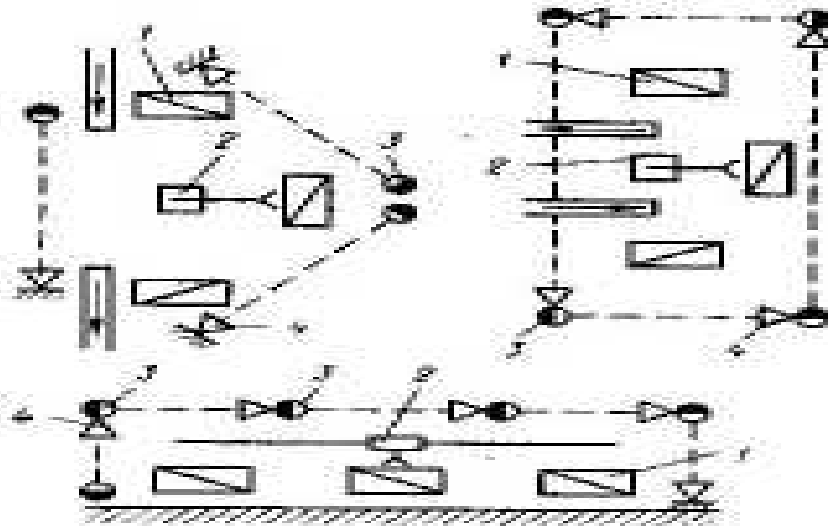


Рисунок - 4.1. Типові схеми планувань роботизованих комплексів і розміщення на них светолокаційних стійок: 1 - технологічне обладнання; 2 - промисловий робот; 3-випромінювач; 4 приймач.

Разом з тим для збільшення безпеки обслуговуючого персоналу передбачають додаткові пристрої, наприклад, висувні упори, наявні в місцях, що обмежують робочу зону автоматичних транспортних засобів. Ці упори висуваються як по команді від оператора, так і по сигналу світлозахист при появі в цій зоні людини і перешкоджають переміщенню робота в цю зону.

Захист від стружки і МОР може бути індивідуальною (захисні костюми, окуляри, спеціальне взуття тощо) і може здійснюватися за допомогою огорожувальних засобів, які можуть бути стаціонарними, рухливими і переносними. Повинні бути вжиті заходи, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики. Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Пожежна профілактика включає комплекс заходів, необхідних для запобігання виникненню пожеж або зменшення його впливу. Активна пожежна безпека забезпечує успішну боротьбу з виникаючими пожежами. При проектуванні механоскладального виробництва для активного пожежного захисту передбачають систему пожежних

водопроводів, стаціонарні пожежні установки автоматичні і ручні з дистанційним пуском, вогнегасники та протипожежні щити з ящиками для піску.

Підсистема забезпечення санітарних умов праці призначена для дотримання санітарних норм повітряного середовища, освітленості, чистоти приміщень, захисту від вібрації, шуму, а також проведення заходів до виробничої естетики. Одним з необхідних умов здорової і високопродуктивної праці є забезпечення санітарних норм повітряного середовища в робочій зоні приміщень, тобто в просторі висотою до 2 м над рівнем підлоги, шляхом усунення впливу таких шкідливих виробничих факторів, як пари, пил, надлишкові теплота і волога.

Правильно спроектоване і виконане висвітлення у виробничих цехах сприяє забезпеченню високої продуктивності праці і якості продукції, що випускається. Збереження зору, стан нервової системи працюють і безпеку на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення. Культура виробництва в значній мірі визначається правильною організацією робіт по забезпеченню чистоти приміщень. При проведенні цих робіт слід полегшувати працю робітників з прибирання шляхом механізації цих робіт.

За характером і способам проведення збиральні роботи можна розділити на прибирання приміщень (конторських, цехових виробничих, побутових, складських та тощо) і прибирання на висоті (миття вікон, скління ліхтарів, прибирання між ліхтарного простору, карнизів, стін, освітлювальної арматури і тощо). Кожний різновид збиральних робіт вимагає своїх способів механізації і організації їх виконання.

Усі збиральні роботи повинні проводитися за графіком, який складають відповідно до керівних матеріалів. Збиральні роботи на висоті вимагають спеціальної підготовки робітників і застосування відповідних механізмів і пристроїв. Збільшення продуктивності і, як наслідок, зростання потужності і швидкохідності виробничого обладнання при

одночасному зниженні його матеріаломісткості супроводжується посиленням вібрацій. Вплив вібрацій не тільки погіршує самопочуття працюючих і знижує продуктивність праці, але часто призводить до важкого професійного захворювання. Тому при проектуванні механоскладального виробництва питань боротьби з вібрацією повинна приділятися велика увага. Введення дистанційного керування цехами і ділянками дозволить повністю вирішити проблему захисту від вібрацій. Шум на виробництві завдає великої шкоди, шкідливо впливаючи на організм людини і знижуючи продуктивність праці. Втома робітників і операторів внаслідок сильного шуму збільшує число помилок при роботі, сприяє підвищенню травмування. При проектуванні цехів виконують розрахунок очікуваного рівня шуму на робочих місцях і передбачають необхідні протишумні заходи: зміни в конструкції шумообразуючої джерела; висновок його в ізолюючі кожухи; використання глушників шуму при випуску стисненого повітря з пневмосистеми; розміщення найбільш потужних джерел шуму в звукоізолюючих приміщеннях; використання звукопоглощаючої облицювання стель і стін, штучних звукопоглотителів та звуко екранів, виброізолюючих фундаментів або амортизаторів під обладнання. Якщо неможливо знизити рівень шуму до допустимих меж шляхом проведення перерахованих заходів, слід застосовувати індивідуальні засоби захисту працюючих - заглушки (тампони з ультратонкого скловолокна) і навушники. У ряді випадків при проектуванні виробничих процесів необхідно звертати увагу на засоби захисту не тільки від шуму, але і від інфра- та ультразвуку. Виробничі естетика, вчиняючи психологічну дію на людину, також впливає на продуктивність праці, тому проведення різних заходів щодо поліпшення естетичного оформлення приміщень слід також приділяти велику увагу.

Підсистема обслуговування працюючих призначена для створення нормальних умов для роботи шляхом організації побутового і медичного обслуговування, а також служб громадського харчування.

За видами обслуговування і розміщення об'єктів побутове обслуговування можна розбити на три групи:

- місцеве, в повсякденне робочий час, в радіусі 50 - 90 м - курильні, санітарні вузли, питні пристрої;

- цехове і межцехове, повсякденний та періодичне, в радіусі 200 - 400 м - комплекс гардеробів, умивальників і душових приміщень;

- загальнозаводське, повсякденний та періодичне, в радіусі 500 - 800 м - пральні, ремонтні та інші об'єкти.

У механоскладальних цехах створюють фельдшерський пункт при числі працюючих 300 - 800, а в цехах з підвищеною небезпекою щодо травматизму і професійних захворювань - за меншим їх числом. За видами обслуговування і розміщення об'єкти медичного обслуговування мають розподіл, так само як побутове обслуговування. До місцевого медичного обслуговування відносять санітарні пости, площа яких беруть з розрахунку 0,01 м на одну людину в зміну з максимальною кількістю персоналу і кімнати особистої гігієни жінок, на які передбачають площі з розрахунку 0,1 м<sup>2</sup> на одну працюючу жінку в зміні з максимальною кількістю персоналу. Цехове медичне обслуговування здійснюють здоровпункти. Їх площа розраховують за нормою 0,06 - 0,08 м<sup>2</sup> на одного працюючого в зміну з максимальною кількістю персоналу. Зазвичай основна площа здоровпунктів складається з декількох кімнат загальною площею 48 м<sup>2</sup>. Додатково виділяють площа для санітарного вузла.

До служб місцевого громадського харчування відносять торгові автомати, кіоски і лотки. Служби цехового громадського харчування включають буфети, столові роздавальні, столові-доготовочні (обіди з напівфабрикатів).

## 4.2 Основні принципи розміщення приміщень і засобів для охорони праці.

Безпека при експлуатації автоматизованих комплексів досягається шляхом їх раціонального планування, дотримання техніки безпеки та безаварійної роботи обладнання, а також використання спеціальних пристроїв, що забезпечують безпеку обслуговуючого персоналу. Планування обладнання на ділянках повинна забезпечувати вільний, зручний і безпечний доступ обслуговуючого персоналу до обладнання, до органів управління і аварійного відключення обладнання і механізмів, що входять до складу ділянки. Бажано, щоб органи управління і аварійних блокувань були розміщені на загальному пульті управління і дубльовані уздовж фронту устаткування по трасі можливих переміщень обслуговуючого персоналу.

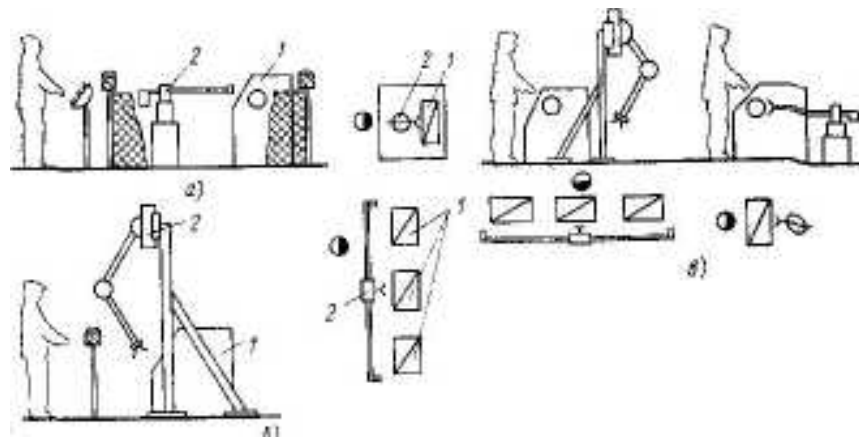


Рисунок - 4.3 Основні типи планувань роботизованих технологічних комплексів: 1 - верстат; 2 - ПР

При плануванні автоматизованих ділянок необхідно забезпечити нормальні умови освітлення і огляду для оператора.

З точки зору забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу планування, які характеризують розміщення робочих, зон транспортних пристроїв і операторів, можна розділити на три типи (рисунок 4.3).

Комплекси, що виключають можливість появи оператора в межах робочої зони промислового робота при його роботі, показані на рис. 4.3, а. Зазвичай це комплекси з круговим огорожею, при розкритті ступки якого посиляється сигнал на зупинку транспортного пристрою. До числа таких комплексів відносять ті, в яких транспортний пристрій вбудовано в основне технологічне обладнання. Необхідні переналадження і корекція роботи транспортного пристрою повинні здійснюватися на пульті оператора поза робочої зони транспортного пристрою.

Комплекси з поєднанням робочих зон оператора і транспортного пристрою показані на рисунку 4.3, б. У таких комплексах потрібно застосовувати спеціальні заходи безпеки обслуговуючого персоналу. Це комплекси з автономним транспортним пристроєм, що забезпечує одиничне або групове обслуговування обладнання. Поява людини в робочій зоні транспортного пристрою повинно викликати автоматичне блокування його роботи.

Комплекси з розділенням робочих зон оператора і транспортного пристрою, коли транспортний пристрій працює з тилу, а оператор переміщується вздовж фронту обладнання, показані на рис. 4.3, в. У цьому випадку поява людини в робочій зоні транспортного пристрою також повинно викликати автоматичне блокування роботи транспортного пристрою.

Зняття сигналу виконує оператор, який здійснює наладку і обслуговування автоматичної ділянки. Пульт управління автоматичною ділянкою повинен розміщуватися поза робочої зони транспортних засобів в місці, що забезпечує гарне і зручне спостереження за роботою автоматичної ділянки. Якщо автоматичні ділянки оснащені декількома пультами управління, необхідно передбачити відповідні блокування, що запобігають паралельне управління від різних пультів. Кнопки аварійних блокувань автоматичного ділянки повинні бути розташовані в межах робочої зони оператора на відстані не більше 4 м одна від одної.



При плануванні автоматизованих ділянок необхідно виключити перетин Трас проходження оператора і транспортних засобів.

Застосування автоматичних засобів виявлення пожеж є одним з основних умов забезпечення пожежної безпеки, так як дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу і місце його виникнення. З цією метою в приміщеннях розташовують димові сповіщувачі з розрахунку один сповіщувач на 60 - 70 м<sup>2</sup>. Евакуаційні виходи з приміщень слід розташовувати розосереджений, але ширина шляхів евакуації повинна бути не менше 1 м, а ширина дверей на шляхах евакуації - не менше 0,8 м. Причому двері повинні відкриватися назовні.

Для забезпечення чистоти повітряного середовища шліфувальні, полірувальні і заточувальні верстати необхідно обладнати захисно-знепилюючих кожухами і місцевими витяжними вентиляційними пристроями.

Побутові приміщення найчастіше розташовують в двоповерховій (або з великим числом поверхів) прибудові до виробничого корпусу, в нижній частині якої розміщують допоміжні відділення цеху і санітарні вузли; у другому і більш високих поверхах розміщують гардероби і душові, конторські приміщення і приміщення психологічного розвантаження персоналу. Деякі варіанти планувальних рішень побутових приміщень показані на рис. 4.4.

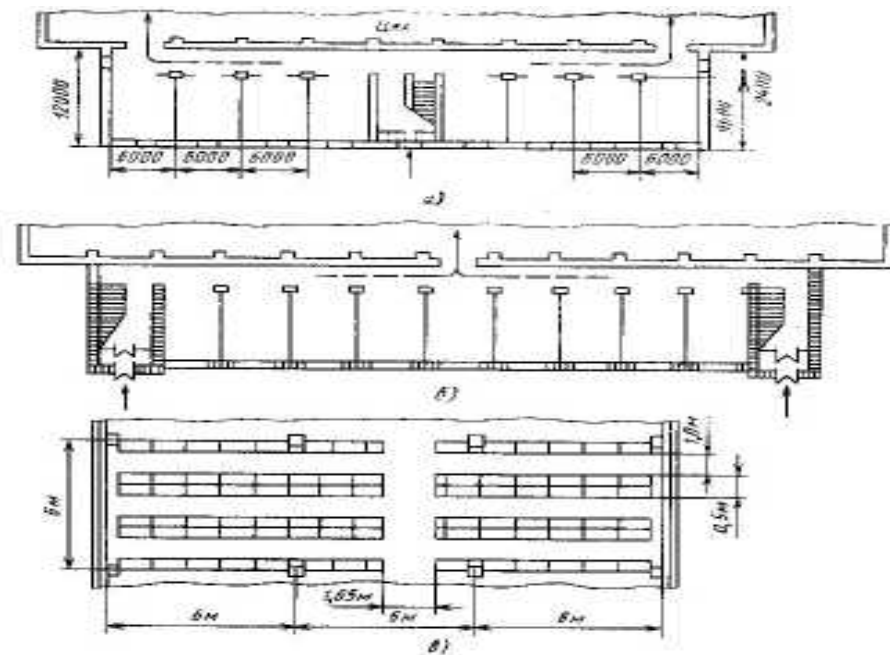


Рисунок 4.4. - Приклади планування гардеробів в побутових приміщеннях, розміщуваних в прибудові до виробничого корпусу; а - з одним входом; б - з двома входами; в - план розташування шаф

Максимальний комфорт і найкращі архітектурно-планувальні рішення для виробничих корпусів з числом працюючих до 1,5 - 2 тис. Досягаються при розміщенні комплексу побутового обслуговування в окремій будівлі, пов'язаному переходами з виробничими приміщеннями.

Курильні розташовують на відстані не більше 100 м від найбільш віддаленого робочого місця. Ці кімнати повинні бути обладнані лавками і урнами відповідно до прийнятих проектом інтер'єру для побутових приміщень.

Стіни, двері та обладнання санітарних вузлів повинні бути облицьовані такими Матеріалами, які при змиванні з них бруду не змінюють, квітни з яких стікає вся волога. Обов'язкова установка поливальних кранів з гарячою і холодною водою для миття підлог, стін й устаткування. Питні пристрої (колонки) розміщують безпосередньо на виробничих площах в місцях, найбільш зручних для користування ними. Вони можуть бути як одномісними, так і багатомісними.

У типових проектах побутових прибудов кожен зал вбиральні розбитий на блоки-осередки, забезпечені необхідними санітарно-технічними пристроями (умивальники, душові). Групи шаф відокремлені від проходів розсувними дверима, завдяки чому можна використовувати гардероб для обслуговування різного числа чоловіків і жінок. Два ізольованих світлих проходу ділять потоки йдуть на роботу і з роботи. Ширина між шафами 2 м, Що дає можливість влаштувати лави для переодягання всіх користуються гардеробом. У блоках розміщені подвійні шафи для зберігання вуличного і домашнього одягу та одинарні шафи для зберігання робочого одягу. Габаритні розміри подвійних шаф 350 x 500 x 1800 мм; одинарних – 250 x 500 x 1800 мм. У прибудовах встановлюють душові кабінки закритого типу з місцями для переодягання. Число кранів для вмивання - один на десять чоловік, незалежно від спеціальності працюють і виконуваних ними операцій технологічного процесу. При гардеробних передбачені пристрої для збирання з використанням холодної та гарячої води всіх приміщень гардероба. У гардеробних рекомендується також встановлювати пристосування для чищення взуття, сушіння волосся, дзеркала.

Для автоматів, кіосків і лотків радіус обслуговування приймають рівним 50 - 90 м; їх встановлюють зазвичай в безпосередній близькості від виробничих ділянок або в окремих випадках (при допустимості цього по гігієнічним вимогам) на самих виробничих ділянках. Необхідні площі під автомати 0,2 м<sup>2</sup>; Під кіоски - 3 - 4 м<sup>3</sup>. Буфети, а також роздаткові та доготовочні столові обслуговують працюють в радіусі 200 - 400 м, І їх організують при великих виробничих корпусах в побутових приміщеннях. Буфети вимагають площа 0,05 м<sup>2</sup>, А доготовочні столові - 0,6 м<sup>2</sup> для обслуговування одного харчується людини.

### **4.3 Заходи з охорони праці, техніки безпеки і протипожежного захисту, виробничої естетики на ділянці**

Для дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на проектованому ділянці розроблені наступні організаційні заходи:

Забезпечення усіх видів металообробних верстатів огорожувальними пристроями.

Робота з емульсіями та іншими миючими засобами проводиться в гумових рукавичках або із застосуванням спеціальних паст.

Для кращого освітлення лампи розжарювання замінити газорозрядними люмінесцентними лампами.

Для захисту робітників від ураження електричним струмом обладнання повинно бути заземлено. Передбачені, ЗІЗ, решітки, гумові килимки.

Кожен робочий час вступу на роботу проходить інструктаж з техніки безпеки, інструктаж проводиться паралельно з навчанням робочих безпечним прийомом праці і освоєнням обладнання на даній ділянці. Після проходження робочим вступного інструктажу він розписується в журналі. Майстер (інструктор з техніки безпеки) стежить за дотриманням техніки безпеки на робочому місці. Регулярно (один раз в три місяці) майстер проводить повторний інструктаж, в обсязі первинного.

Робітникам видається спеціальний одяг з урахуванням умов праці.

Для забезпечення протипожежного захисту на ділянці встановлено протипожежний кран, протипожежний щит (сокира, багор, лопата, вогнегасник) і ящик з піском. Засоби гасіння повинні знаходитися в справному стані. Розроблено і доведений до кожного працюючого план евакуації на випадок пожежі.

При розміщенні на ділянці обладнання повинні бути враховані мінімальні відстані між верстатами (1,5 метра), стелажми і елементами будівель (1 метр), що виключає захаращення проходів та проїздів.

На ділянці повинні бути встановлені необхідні вантажопідйомні механізми.

На ділянці є інформаційні та попереджувальні знаки, таблиці і покажчики.

Виробничо технічна естетика - це галузь науки про прекрасне в сфері виробництва. Технічна естетика вивчає соціальні, культурні, технічні і естетичні проблеми формування предметної сфери створеної засобами промислового виробництва для забезпечення найкращих умов праці, побуту і відпочинку. Її впровадження сприяє підвищенню ефективності виробництва, питання виробничо технічної естетики вирішуються за наступними напрямками:

Кольорове оформлення. Вплив колірного оформлення на працюючих проявляється, як фактор психологічного комфорту колір повинен надавати позитивний емоційний вплив на людину.

Озеленення території цехів і відділів. Воно створює сприятливий мікроклімат, знижує виробничий шум позитивно впливає на емоційний стан, створюючи відчуття затишку.

Одяг. Робочий одяг має відповідати наступним вимогам: бути зручною в роботі, практичною, відповідати естетичним вимогам по колірному виконанню моделі напрямку моди. Одяг не повинен бути строкатою. Строгий охайний костюм дисциплінує людей, змушує утримувати робоче місце в порядку. Одяг повинен відповідати вимогам техніки безпеки бути зручною не стискує свободу рухів без бовтаються зав'язок, хлястиків, що розвиваються підлогу. Одяг виготовляється з відповідних тканин з урахуванням специфіки роботи.

Охорона здоров'я працівників, забезпечення безпечних умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму є одним з найважливіших питань при правильній і чіткій організації сучасного виробництва.

У нашій країні приділяється велика увага створенню найкращих і безпечних умов праці, що знайшло відображення в Основному Законі нашої країни - Конституції України. У ньому говориться що в Україні повинна діяти система законодавчих актів і відповідних їм соціально - екологічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Так, наприклад стаття 42 говорить: "Громадяни країни мають право на охорону здоров'я".

Це право забезпечується безкоштовною кваліфікованою медичною допомогою, що подається державними закладами охорони здоров'я; розширенням мережі закладів для лікування і зміцнення здоров'я громадян; розвитком і вдосконаленням техніки безпеки і виробничої санітарії; заходами щодо оздоровлення навколишнього середовища.

Розвиток сучасного машинобудування йде по шляху розробки нових типів верстатів, машин, обладнання самого різного призначення, інтенсивності їх використання за рахунок раціональних режимів експлуатації, вдосконалення технології виробничого процесу і поліпшення профілактичного обслуговування та ремонту.

Все це ставить перед машинобудуванням великі, різнобічні і складні завдання щодо поліпшення питань з охорони праці.

Даний дипломний проект (дослідницького напрямку), виконується на токарно-гвинторізний верстаті моделі 1К62 із застосуванням складального різця з пластиною з мінералокераміки. Травми, каліцтва, які можуть отримати при роботі на даному верстаті, можуть виникнути через недотримання правил техніки безпеки, порушення правил експлуатації обладнання.

Джерелом правил на підприємствах машинобудування можуть бути: рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, які рухаються виробі; заготовки, матеріали, що руйнуються конструкції, гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхні заготовок, інструментів, обладнання, а також падання предметів з висоти.

При аналізі основних причин виникнення травм при роботі на верстаті (зокрема на верстаті 1К62) можна виділити три основні групи причин:

1. Травми, каліцтва, отримані в результаті ураження людини електричним струмом.
2. Травми, отримані від зіткнення з рухомими частинами обладнання.
3. Травми, каліцтва, порізи, опіки, отримані в результаті отлетевшей стружки, і зіткнення з нагрітими заготовками, деталями.

## 5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Планування цивільного захисту об'єкта – це розроблення сукупності документів, у яких визначені сили і засоби, порядок і послідовність дій з метою забезпечення захисту населення, виробництва, а також виконання завдань вищих органів, пов'язаних із поданням допомоги населенню інших об'єктів і міст [6].

Ці документи, розроблені з урахуванням реальних можливостей і умов об'єкта, є настановою для організованих дій як з метою підготовки об'єкта до захисту в надзвичайних умовах, так із метою ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (стихійних лих, виробничих аварій і вогнищ воєнних конфліктів).

На об'єкті мають бути розроблені два плани: на військовий та мирний час.

План цивільного захисту на військовий час — це документи, які визначають організацію і порядок переведення об'єкта з мирного на військовий час і ведення цивільного захисту в початковий період війни.

План цивільного захисту на мирний час — це документи, які визначають організацію і порядок виконання заходів цивільного захисту з метою запобігання або зменшення можливих витрат від важких виробничих аварій, катастроф, і стихійних лих, а також ведення рятувальних та інших невідкладних робіт при їх виникненні.

Як вихідні документи, що будуть використані при розробці документів плану цивільного захисту об'єкта, необхідні: директивні документи Президента, Верховної Ради, Уряду України та МНС; витяг із рішення керівника цивільного захисту району про організацію і ведення цивільного захисту на території району, дані про кількість формувань, їх особовий склад, які потрібно створити на даному об'єкті; витяг із плану прийому і розміщення евакуйованого населення; витяг із наряду райвійськкомату на постачання техніки у збройні сили у зв'язку з мобілізацією; окремі розпорядження



керівника цивільного захисту району (наряд для виконання спеціальних завдань та ін.); документи, які характеризують господарство і населений пункт.

Реальність розроблених планів ЦЗ буде залежати від повноти вихідних даних, наявності сил і засобів, правильного обліку всіх можливостей об'єкта. Плани ЦЗ об'єкта розробляють його керівники, спеціалісти і орган управління ЦЗ. Розробляючи заходи служб (формувань) ЦЗ об'єкта, ряд питань необхідно узгоджувати з відповідними районними службами ЦЗ, районним відділом з питань НС та цивільного захисту населення.

Розробка плану відбувається у три етапи в певній послідовності [6]. Перший етап — підготовчий, протягом якого визначається склад виконавців і затвердження їх, підготовка виконавців до роботи, доведення до них директив, рекомендацій та інших документів, узагальнення й аналіз вихідних даних, необхідних для розробки плану ЦЗ, визначення обсягу робіт і розподіл обов'язків між виконавцями та закріплення відповідальних за розділами плану.

Для планування, підготовки і проведення заходів евакуації має бути підготовлена інформація по об'єкту ЦЗ.

Планування евакуації має передбачати виникнення найбільш несприятливих ситуацій під час підготовки і проведення евакуації: відсутність відповідних керівників, транспорту, електрозабезпечення, погані погодні умови, аварія на дорозі, паніка серед людей та ін.

Другий етап — практична розробка, оформлення документів. Заходи, які плануються в документах плану, мають бути спрямовані на виконання завдань ЦЗ в надзвичайних ситуаціях.

У документах плану визначають заходи, які потрібно виконати в мирний час, при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій, несподіваному нападі противника, стихійних лихах, виробничих аваріях, катастрофах і при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт, а також характер і порядок дій формувань, зміст і обсяг

робіт, строки виконання заходів з урахуванням конкретних умов і можливостей даного об'єкта,

Третій етап — узгодження розроблених планів із відділом ЦЗ району, з районним агропромисловим управлінням, адміністрацією населеного пункту, службами ЦЗ району, після цього затвердження документів плану ЦЗ. Документи плану ЦЗ підписує керівник — ЦЗ об'єкта, деякі (план евакуації, прийому і розміщення евакуйованого) підписує і начальник ЦЗ голова адміністрації населеного пункту. Зміст плану ЦЗ об'єкту узгоджується з вимогами плану ЦЗ району, що підтверджує начальник відділу з питань цивільного захисту населення району, після чого план ЦЗ затверджує керівник ЦЗ об'єкта.

Структура і зміст плану для забезпечення життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях.

#### А. План цивільного захисту на особливий період

План на воєнний час складається з текстової частини і додатків. Текстова частина складається з трьох розділів.

Розділ 1. Оцінка обстановки, що може скластися на об'єкті в результаті дій противника.

Розділ 2. Виконання заходів на об'єкті при планомірному переведенні на особливий період.

Виконання заходів при загрозі нападу противника:

##### 1. Захист працюючих і членів їх сімей:

- а) організація і порядок укриття їх у захисних спорудах;
- б) організація прийому і розміщення евакуйованого населення; порядок оповіщення про початок евакуації населення; порядок, способи і строки доставки людей від пунктів вивантаження, приймальних евакопунктів до місць розселення; організація розміщення евакуйованих для проживання; організація працевлаштування, матеріального, медичного та іншого забезпечення.

- в) протирадіаційний і протихімічний захист;
- г) медичний захист.

## 2. Заходи забезпечення стійкої роботи у воєнний час.

### А. Захист сільськогосподарських тварин і продукції тваринництва:

- а) протирадіаційний і протихімічний захист;
- б) організація і проведення евакуації тварин;

### Б. Захист сільськогосподарських рослин і продукції рослинництва.

В. Захист і знезаражування продуктів харчування, урожаю, кормів, води і джерел води.

## 3. Заходи і ведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

## 4. Організація забезпечення заходів ЦЗ.

Основні види забезпечення заходів: розвідка; транспортне, матеріальне і технічне забезпечення; гідрометеорологічна інформація; пожежне забезпечення та забезпечення громадського порядку.

## 5. Організація управління.

Управління об'єкта включає: організацію повідомлення керівного складу формувань, населення в місцях проживання; час розгортання ПУ, склад обслуги, організація чергувань; організація зв'язку, у тому числі й рухомими засобами з виробничими дільницями, формуваннями, взаємодіючими організаціями; порядок подання донесень.

Розділ 3. Виконання заходів ЦЗ на об'єкті в умовах несподіваного нападу противника.

### 1. Дії за сигналом "Повітряна тривога" (ПТ).

### 2. Дії після нападу противника.

### Б. План цивільного захисту на мирний час

План складається з текстової частини і додатків. Текстова частина плану складається з двох розділів.

Розділ 1. Висновки з оцінки можливої обстановки на об'єкті при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих

Зміст: перелік можливих великих аварій, катастроф і стихійних лих на даному об'єкті; висновки з оцінки обстановки, яка може скластися на об'єкті при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

Розділ 2. Здійснення заходів при загрозі і виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих на об'єкті.

1. Заходи при загрозі виникнення великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

2. Заходи при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

3. Організація управління.

Аварія на АЕС

Із досвіду аварії на ЧАЕС заходи ЦЗ необхідно планувати у три етапи [6]:

1-й — від початку аварії до трьох діб. У цей час необхідно терміново оцінити обстановку і масштаби проведення першочергових заходів, спрямованих на захист населення і запобігання наслідкам аварії; інформація про аварію; виклик аварійних бригад і формувань ЦЗ; проведення заходів ліквідації наслідків аварії;

2-й — понад 1 добу після аварії; уточнити радіаційну обстановку; вжити додаткові заходи для захисту населення; дозиметричний контроль;

3-й — перехідний від аварійного до нормального стану (коли вжиті всі заходи захисту): уточнюються дози опромінення, ступінь забрудненості РР урожаю, продуктів, води, сировини та ін.

Таким чином, на об'єкті повинно бути розроблено ряд документів, з метою забезпечення захисту населення, виробництва, а також виконання завдань вищих органів, пов'язаних із поданням допомоги населенню інших об'єктів і міст у випадку виникнення надзвичайної ситуації.

## 6 НАУКОВО - ДОСЛІДНА РОБОТА

### 6.1 Надійність технічних засобів

Надійність будь-яких технічних засобів, а тим більше засобів, що працюють в автоматизованому або автоматичному режимі, є одним з основних властивостей, за яким оцінюється доцільність застосування цих засобів у виробництві. Надійність (за ГОСТ 27.002-83) - властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування. Надійність складається з поєднання властивостей: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і зберігання. Для кількісної характеристики надійності технологічного обладнання в даний час прийнято використовувати середній наробіток на відмову (характеризує безвідмовність) - відношення тривалості роботи відновлюваного обладнання до математичного сподівання числа відмов протягом цього напрацювання, і коефіцієнт технічного використання (комплексний показник, що характеризує всі властивості надійності) - відношення математичного очікування інтервалів часу перебування в працездатному стані за деякий період експлуатації до суми математичних очікувань інтервалів часу перебування в працездатному стані, простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням, і ремонтів за той же період експлуатації.

Функціональний контроль застосовують в процесі експлуатації обладнання, а текстовий контроль, як правило, після виготовлення, а також при ремонті. Кінцевою метою діагностування є корекція - усунення дефекту або його наслідків. Стосовно до ДПС корекція означає або виключення з технологічного процесу несправного елемента (зламаного інструменту, що вийшли з ладу верстата, робота тощо), або в разі його параметричного

відмови, коли елемент ДПС працездатний, але його характеристики змінилися, перебудову технологічного процесу. Наприклад, в разі зафіксованого розмірного зносу ріжучого інструменту повинна бути змінена керуюча програма обробки деталі з урахуванням зміни розмірів. Парування дефекту може проводитися за рахунок введення структурної або інформаційної надмірності (у ГПС заздалегідь вводиться резервне, надмірне устаткування-транспортна система, магазини інструменту тощо).

З метою підвищення працездатності автоматизованого обладнання, забезпечення заданої розмірної точності виготовлених виробів з досить низькою шорсткістю поверхні обробки передбачається введення пристрою діагностування процесу різання.

## **6.2 Дослідження надійності інструменту**

При дослідженні коливань технологічної системи верстата зі зносом інструменту пов'язують і співвідношення між високочастотними і низькочастотними коливаннями технологічної системи.

При дослідженні сигналів акустичної емісії використовують спектральний аналіз, інтегральні характеристики, а також амплітудний аналіз сигналів.

Вібраційний метод, заснований на реєстрації характеристик вібрації інструменту в процесі обробки. Пропонується розкласти віброакустический сигнал на низькочастотні і високочастотні складові, по співвідношенню яких судять про знос інструменту.

Судити про достоїнства і недоліки даного методу складно, так як в різних джерелах наводяться різні дані щодо розподілу спектра вібрацій і, відповідно, пропонується використовувати різні його ділянки для діагностування стану ріжучого інструменту.

Інтенсивність високочастотних хвиль напружень (смуга частот зазвичай 200-1200 КГц) може бути використано в якості діагностичного

сигналу про стан інструменту, оброблюваності матеріалу, і для оптимізації швидкості різання і геометрії інструменту. Основним недоліком методу є те, що датчик для реєстрації процесів акустичної емісії необхідно розташовувати безпосередній близькості від зони різання. У всіх публікаціях відмічено, що датчик наклеювався безпосередньо на різець, тому що навіть нерухомий стик послаблює реєстрований сигнал більш, ніж в 10 разів.

Силові ізмерення. Одним з найбільш відомих непрямих методів контролю стану різального інструменту є спосіб, заснований на вимірюванні сил різання і крутного моменту.

Сила різання є найбільш інформативним параметром, що характеризує безпосередньо взаємодія ріжучого інструменту і деталі. Справа в тому, що вже давно було помічено зростання складових сил різання з ростом фаски зносу інструменту по задній грані. Якщо вимірювати ступінь затуплення різця шириною фаски зносу по задній грані, то всі складові сили різання зростають.

Оскільки про величину сил різання судять на підставі вимірювання деформацій елементів технологічної системи, навантажених цими силами, то робилися спроби вимірювати деформації елементів, досить віддалених від зони різання. Це робилося для того, щоб не знижувати універсальність верстатів і спростити конструкцію динамометричної системи. Але в цьому випадку не вдається уникнути конструктивних складнощів.

Зі зміною зносу ріжучого інструменту змінюється сила різання, що призводить до зміни крутного моменту в процесі різання. Тому реєстрація крутного моменту може служити параметром за яким можна оцінити знос, поломку або цілісність інструменту. Як контрольованого, параметра пропонується використовувати електричний струм в ланцюзі приводу подачі і в електродвигуни головного приводу, який пропорційний моменту, що крутить. Відзначається запізнювання токового сигналу на 40-80 мс від сигналу датчика в трехкомпонентном резцетримачі при східчастих зміни

глибини різання. Тому такий сигнал може бути використаний для контролю поломок інструменту при чорнових операціях.

Вимірювання потужності різання. В результаті зміни крутного моменту на валу двигуна внаслідок зміни стану різального інструменту змінюється його споживана потужність. Тому реєстрація коливання споживаної з мережі потужності приводними електродвигунами може служити параметром, за яким можна оцінити знос ріжучого інструменту. Такий метод вимірювання є одним з найбільш простих для контролю стану різального інструменту в процесі різання. До переваг цього способу контролю слід віднести його простоту, невисоку вартість, доступність інформативного параметра, відсутність суттєвої модернізації обладнання.

За допомогою електронних пристроїв контроль цілісності інструменту може здійснюватися шляхом вимірювання потужності, що розвивається електродвигуном. Обмеженням для використання таких пристроїв є випадки обробки інструментами малого діаметра, при яких потужність, що розвивається приводним електродвигуном, практично не відрізняється від потужності холостого ходу.

Інший істотний недолік способу полягає в тому, що датчики, що стежать за величиною крутного моменту і потужністю, що розвивається електродвигуном, недостатньо ефективні, так як зміна крутного моменту і потужності відбувається недостатньо швидко.

Пристрій контролю стану інструменту головного приводу дозволяє зафіксувати знос інструменту при перевіщенні рівня струму, наприклад на 20 %, и поломку інструменту при його зростанні на 50 %, відаючи команду на зупинка верстата.



## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ШТОК ТШ 25.03».

Проведено критичний аналіз технологічності конструкції деталі, аналіз існуючого технологічного процесу з точки зору забезпечення якості продукції і порівняння його з новим розробленим технологічним процесом.

Розглянуті два варіанти отримання заготовок, похило і штампування на ГКР, й вибрано оптимальний. Техніко-економічні розрахунки показують, що заготовка, отримана методом гарячого об'ємного штампування на ГКР, економічніша щодо використання матеріалу, але істотно дорожче, ніж заготівля з прокату на підставі чого застосування її вважаю не доцільним.

Розраховані режими різання й проведено нормування операцій. Розглянута методика розрахунку сил закріплення. Завдання силового розрахунку полягає у визначенні всіх діючих на заготовку сил і забезпеченні їх рівноваги, тобто забезпеченні нерухомості заготовки шляхом врівноваження сдвигаючих її сил силами закріплення з достатнім по їх величині запасом.

Розглянуто технологію контрольного пристосування. Деталь Шток має технічні вимоги - допуск на радіальне биття 0,03мм щодо загальної осі внутрішнього отвору є базовим в деталі. Перевірку деталі роблять у контрольному пристосуванні.

Спроековано станочне пристосування. Проведено розрахунок собівартості деталі, економічного ефекту зміни технологічного процесу та проведено їх аналіз.

Розроблені заходи з охорони праці, техніки безпеки і протипожежного захисту, виробничої естетики на ділянці.

Розглянуто планування цивільного захисту об'єкта. Проведені дослідження надійності засобів та інструменту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановскій Ю.В. "Довідник.Режими різання металів", М.: "Машинобудування"; 1972р. 407с.
2. Бобров В.Ф. "Основи теорії різання металів", М., "Машинобудування" е, 1985 р.
3. Брошкін А.К. "Пристосування для металорізальних верстатів" М., "Машинобудування"; 1979 р.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. "Курсове проектування з технології машинобудування": 4-е видання; Мінськ, "Вища школа"; 1983р., 255с.
5. Гречішніков В.А. "Основи наукових досліджень, проектування і експлуатації ріжучого інструменту", М., "Машинобудування"; 1990 року,
6. Добриднев І.С. "Курсове проектування з предмету" Технологія машинобудування "" : М., "Машинобудування"; 1985р., 183с.
7. Косілова А.Г., Мещерякова Р.К. "Довідник технолога машинобудівника": Т1; 4-е видання; М., "Машинобудування"; 1985р., 655с
8. Косілова А.Г., Мещерякова Р.К. "Довідник технолога машинобудівника": Т2; 4-е видання; М., "Машинобудування"; 1986р., 495с.
9. Марков С.Г. "Застосування прогресивного інструменту" Рига, 1981 р.
10. Нефедов Н.А. "Дипломне проектування в машинобудівних технікумах" 2-е видання, М., "Вища школа"; 1986р., 238с.
11. "Проектування технологічних процесів в машинобудуванні" під ред. І.П.Філонова. Мінськ, УП "Технопрінт"; 2003 р
12. Рижов Е.В "Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей машин" Київ, "Наукова думка", 1984 р.
13. Станочные пристосування: Довідник. У 2-х т. Т. 1. / Под ред. Вардашкіна Б.М., Шатілова А.А. - М.: Машинобудування, 1984.
14. Чернавскій С.А. "Курсове проектування деталей машин" "Машинобудування"; 1988р., 416с.

ДОДАТОК 1